

VYSOKÁ ŠKOLA BÁSŇKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
EKONOMICKÁ FAKULTA

KATEDRA FINANCÍ

Zajištění měnového rizika strojírenského podniku
Currency Risk Hedging of the Machinery Company

Student: Bc. Tomáš Skřeček
Vedoucí diplomové práce: prof. Dr. Ing. Zdeněk Zmeškal

Ostrava 2018

Zadání diplomové práce

Student: Bc. Tomáš Skřeček
Studijní program: N6202 Hospodářská politika a správa
Studijní obor: 6202T010 Finance
Téma: Zajištění měnového rizika strojírenského podniku
Currency Risk Hedging of the Machinery Company
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
 2. Význam zajištění měnového rizika
 3. Popis metod zajištění měnového rizika
 4. Aplikace vybraných metod zajištění měnového rizika
 5. Závěr
- Seznam použité literatury
Seznam zkratk
Prohlášení o využití výsledků diplomové práce
Seznam příloh
Přílohy

Seznam doporučené odborné literatury:


ALEXANDER, Carol. *Market Risk Analysis*. 1st ed. Chichester: Wiley, 2008. 386 s. ISBN 978-0-470-89789-53.
JÍLEK, Josef. *Finanční rizika*. 1. vyd. Praha: Grada, 2000. 635 s. ISBN 80-7169-579-3.
HULL, John C. *Options, futures and other derivatives*. 8th ed. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall, 2011. 864 s. ISBN 978-0-13-216494-8.


Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **prof. Dr. Ing. Zdeněk Zmeškal**

Datum zadání: 24.11.2017
Datum odevzdání: 27.04.2018




Ing. Iveta Ratmanová, Ph.D.
vedoucí katedry


prof. Dr. Ing. Zdeněk Zmeškal
děkan fakulty

„Prohlašuji, že jsem celou práci, včetně všech příloh, vypracoval samostatně“.

V Ostravě dne 24. dubna 2018.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'T. Skřeček', with a horizontal line underneath.

Tomáš Skřeček

Obsah

1	Úvod.....	6
2	Význam zajištění měnového rizika	8
2.1	Členění finančních rizik	8
2.1.1	Úvěrové riziko	8
2.1.2	Tržní riziko.....	9
2.1.3	Operační riziko.....	11
2.1.4	Likvidní riziko	11
2.1.5	Obchodní riziko	12
2.2	Finanční deriváty	12
2.2.1	Základní parametry finančních derivátů	13
2.2.2	Forward	15
2.2.3	Futures.....	17
2.2.4	Swapy.....	18
2.2.5	Opce	19
2.3	Simulace náhodného vývoje	25
2.3.1	Wienerův proces	25
2.3.2	Itôův proces.....	26
2.3.3	Brownovy procesy	27
2.3.4	Predikce volatility měnového kurzu	28
2.3.5	Determinace měnových kurzů	30
3	Popis metod zajištění měnového rizika.....	32
3.1	Měnové riziko	32
3.1.1	Devizové pozice.....	32
3.1.2	Měnová expozice	33
3.2	Metody zajištění měnového rizika	34
3.2.1	Interní metody zajištění.....	35

3.2.2	Nezajištění a částečné zajištění	36
3.2.3	Základní parametry zajišťovacích metod.....	36
3.3	Oceňování finančních derivátů	37
3.3.1	Oceňování swapového kontraktu na měnu	38
3.3.2	Oceňování opce na měnu	40
4	Aplikace vybraných metod zajištění měnového rizika	43
4.1	Profil společnosti ArcelorMittal Tubular Products Karviná a.s.....	43
4.2	Vstupní údaje a popis problematiky	45
4.3	Predikce volatility měnového kurzu	47
4.4	Simulace vývoje měnového kurzu	49
4.4.1	Simulace měnového vývoje pro 1. variantu.....	49
4.4.2	Simulace měnového vývoje pro 2. variantu.....	51
4.4.3	Simulace měnového vývoje pro 3. variantu.....	52
4.4.4	Srovnání měnových kurzů dle jednotlivých variant	54
4.5	Aplikace vybraných měnových strategií.....	55
4.5.1	Pasivní strategie	56
4.5.2	Zajištění pomocí swap kontraktu	58
4.5.3	Zajištění pomocí put opce	61
4.6	Vyhodnocení zajišťovacích strategií.....	65
4.6.1	Kritéria vyhodnocení	65
4.6.2	Srovnání strategií zajištění dle vztahu riziko – výnos	70
4.6.3	Srovnání strategií dle postoje společnosti k riziku.....	71
4.6.4	Výsledné srovnání.....	71
5	Závěr	72
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	74
	SEZNAM ZKRATEK.....	75
	PROHLÁŠENÍ O VYUŽITÍ VÝSLEDKŮ DIPLOMOVÉ PRÁCE	

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHY

1 Úvod

S finančním rizikem se v dnešní době potýkají veškeré ekonomické subjekty, které provádí nějakou ekonomickou činnost. Součástí finančních rizik je i měnové riziko, kterému jsou vystaveny zejména firmy s podnikatelskou činností nejen v tuzemsku, ale i v zahraničí. Podnikatelské subjekty, které uzavírají své obchody v cizí měně s budoucím vypořádáním, jsou vystavovány měnovému riziku, především z nepříznivého vývoje měnového kurzu. Výsledek hospodaření u společností se zahraničním obchodem je výrazně ovlivněn právě změnou měnového kurzu, proto mnoho společností se věnuje řízení tohoto rizika, případně celkové eliminaci.

V současné době jsou měnovému riziku vystavovány především české exportní společnosti, kde od ukončení intervencí ČNB v dubnu 2017 česká koruna neustále posiluje. Proti tomuto nežádoucímu pohybu měnového kurzu společnosti využívají hedging neboli zajištění. Hlavním důvodem zajištění je snížit, případně eliminovat, dopad nežádoucí změny kurzu na budoucí peněžní toky a výsledek hospodaření vyjádřený v českých korunách. Zajištění pomáhá nejen eliminovat ztráty, ale také umožňuje stabilnější finanční plánování pro společnost.

Cílem této diplomové práce je zajištění měnového rizika ve společnosti ArcelorMittal Tubular Products Karviná a.s. pomocí daných strategií na dobu roku 2018. Výsledné efekty jednotlivých strategií zajištění měnového rizika jsou srovnány dle střední hodnoty, směrodatné odchylky, maximální ztráty, maximálního zisku ze zajištění, mediánu, VaR 5%, dle pravděpodobnosti kladného efektu plynoucího ze zajištění, vztahu rizika a výnosu a postoje společnosti k riziku.

Práce je rozdělena na 5 kapitol, kde první kapitolou je úvod a poslední závěr. Druhá a třetí kapitola obsahuje převážně teoretické poznatky, které jsou aplikovány ve čtvrté kapitole.

V druhé kapitole jsou charakterizované druhy finančních rizik, pozornost je věnována převážně tržnímu riziku, do kterého spadá i riziko měnové. Dále jsou zde popsány jednotlivé druhy finančních derivátů. Závěr kapitoly je věnován charakteristice simulací náhodného vývoje finančních aktiv a popisu modelu pro odhad volatility finančních aktiv.

Následující kapitola v první části zahrnuje popis devizové pozice, jednotlivé druhy měnové expozice a charakteristiku interních metod zajištění, které snižují devizovou expozici a současně tak omezují riziko ztráty ze změny devizového kurzu. Dále jsou zde popsány základní parametry zajišťovacích metod a částečné zajištění. Poslední část této kapitoly je

věnována oceňování finančních derivátů, konkrétně swap kontraktu na měnu a put opci na měnu, které slouží k externímu zajištění měnového rizika a jsou aplikovány v praktické části diplomové práce.

Ve čtvrté kapitole jsou aplikovány teoretické poznatky z kapitol předchozích. Úvodem této kapitoly je představena vybraná společnost ArcelorMittal Tubular Products Karviná a.s. a vstupní údaje. Následně je provedena predikce volatility měnového kurz z historických dat a to pomocí modelu EWMA. Dále je provedena simulace měnového kurzu na bázi geometrického Brownova procesu pro 3. scénáře vývoje. Posléze jsou oceněny vybrané měnové deriváty a vypočten roční efekt ze zajištění. Závěrem jsou výsledné efekty měnového zajištění mezi sebou srovnány na základě vybraných kritérií a je stanovena nejefektivnější strategie zajištění měnového rizika pro společnost ArcelorMittal Tubular Products Karviná a.s.

2 Význam zajištění měnového rizika

Jedním ze způsobů eliminace tržního rizika, které spadá do rizika finančního, je zajištění neboli hedging. Tržnímu riziku jsou vystaveny všechny ekonomické subjekty působící na finančním trhu. Tyto subjekty jsou členěny na finanční a nefinanční subjekty. Zajištění umožňuje finančním institucím (investiční společnosti, banky, pojišťovny, penzijní fondy) minimalizovat riziko likvidity, které může způsobit nesolventnost, případně až úpadek podniku a v případě nefinančních institucí umožňuje riziko kompletně eliminovat.

V rámci kapitoly bude specifikováno finanční riziko, včetně jeho individuálních rizik. V této kapitole bude pozornost věnovaná zejména tržnímu riziku a metodám jeho eliminace. Dále zde budou charakterizovány jednotlivé druhy finančních derivátů. Závěr kapitoly je věnován teoretickým poznatkům simulací finančních aktiv a popisu predikce volatility finančního aktiva pomocí modelů GARCH a EWMA.

2.1 Členění finančních rizik

Finanční riziko je obecně definováno jako možná finanční ztráta subjektu v budoucnosti pocházející z daného finančního nebo komoditního nástroje či portfolia. Finanční riziko je spojeno se všemi finančními aktivitami na finančních trzích. Jako očekávaná ztráta se označuje jako již existující ztráta a neočekávaná ztráta jako potenciální.

Dle Jílka (2009) lze členit finanční rizika do pěti kategorií.

- úvěrové riziko,
- tržní riziko,
- likvidní riziko,
- operační riziko,
- obchodní riziko

2.1.1 Úvěrové riziko

Úvěrové riziko je riziko ztráty ze selhání protistrany, tedy že dlužník nebude schopen dostát svých závazků, které mu vyplývají z uzavřeného kontraktu, a tím způsobí majiteli pohledávky ztrátu. Tyto závazky mohou vzniknout z úvěrových aktivit, obchodních a investičních aktivit, z platebního styku nebo z vypořádání cenných papírů při obchodování na vlastní i cizí účet. Úvěrové riziko můžeme dále rozdělit na riziko přímé, riziko úvěrových ekvivalentů, vypořádací riziko a riziko úvěrové angažovanosti.

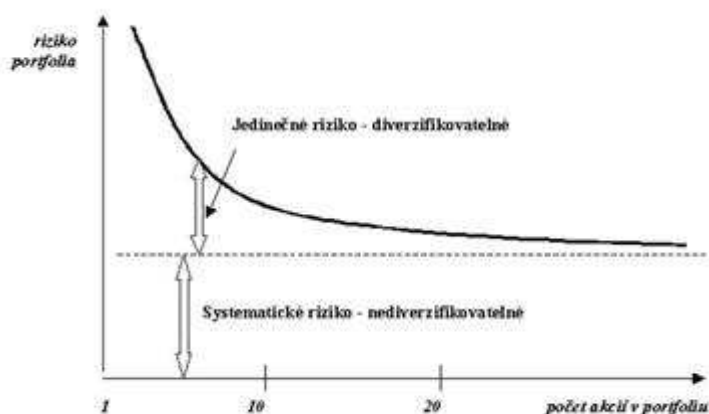
2.1.2 Tržní riziko

Tržní riziko souvisí s vývojem cen finančních instrumentů, na základě kterých jsou v souvislosti s tímto rozlišována rizika akciová, měnová, úroková a komoditní.

- **Akciovým rizikem** je bráno riziko ztráty zapříčiněné změnami cen nástrojů citlivých na ceny akcií nebo jejich volatilit. Do akciového rizika lze zahrnout také riziko změn vztahu mezi různými akciovými indexy nebo riziko vyplacení či výše dividend.
- **Komoditním rizikem** se rozumí ztráta z cenových nástrojů závislých na změnách cen komodit (např. zlata, ropy, káva, lithium).
- **Měnové riziko** je riziko ztráty v důsledku změny hodnoty nástrojů citlivých na měnové kurzy. Měnové riziko vzniká investorům držícím zahraniční aktiva, ekonomickým subjektům využívajících zahraniční obchod, případně souvisí s dluhovým financováním v cizích měnách.
- **Úrokové riziko** vyplývá z citlivosti finančních nástrojů na pohybu úrokových sazeb.

Tržní riziko lze odstranit nejčastěji dvěma základními způsoby, a to diverzifikací nebo hedgingem. Systematické riziko lze snižovat hedgingem. Nesystematické (jedinečné) riziko je odstraňováno diverzifikací. Se zvyšujícím se množstvím aktiv v portfoliu nesystematické riziko klesá. Pro zjednodušení a lepší pochopení pojmů systematického rizika, jedinečného rizika a diverzifikace viz. Obrázek 2.1.

Obr. 2.1 Vliv diverzifikace na systematické, jedinečné a celkové riziko portfolia



Zdroj: Vlastní zpracování

Na ose y je zobrazeno riziko, na ose x se nachází počet aktiv obsažených v portfoliu. Z obrázku je patrné, že diverzifikací, tedy zvyšujícím se počtem aktiv v portfoliu, se snižuje jedinečné riziko, ale systematické riziko zůstává stejné. Hodnotu hedgingového portfolia pro jediné rizikové aktivum lze obecně vyjádřit podle vzorce:

$$\pi_t = S_t - h \cdot f_{t,TT} \quad (2.1)$$

a v případě hedgingového portfolia obsahující více rizikových aktiv, lze hodnotu vyjádřit pomocí vzorce:

$$\pi_t = S_t \cdot Q - N \cdot h \cdot f_{t,TT}, \quad (2.2)$$

kde π_t je hodnota portfolia v čase t , S_t je hodnota rizikového aktiva v čase t , Q je množství rizikových aktiv, h je zajišťovací poměr, N je množství zajišťovacích instrumentů, $f_{t,TT}$ je hodnota zajišťovacího instrumentu v čase t a expiračním momentu TT .

Metody hedgingu lze dále členit dle Zmeškala (2004) následovně:

- **podle frekvence revizí:**
 - diskrétní – k revizím hedgingového portfolia dochází v pevně daných intervalech,
 - spojitě – k revizím hedgingového portfolia dochází v nekonečně malých intervalech;
- **podle počtu revizí v čase:**
 - dynamický hedging – je vytvořeno hedgingové portfolio pro větší počet období a dochází k jeho revizím,
 - statický hedging – hedgingové portfolio je tvořeno pouze na jedno období a to se v čase nemění;
- **podle hedgingových kritérií:**
 - faktorově neutrální – (delta hedging, delta gama hedging, imunizace na bázi durace atd.),
 - minimální rozptyl,
 - minimální střední hodnota ztráty,
 - minimální hodnota Value at Risk (VaR),
 - maximalizace střední hodnoty funkce a užitku,
 - minimalizace rizikově upraveného kapitálu (RAROC);

- **podle způsobů eliminace rizika:**
 - celkové riziko (tj. systematické i jedinečné riziko),
 - systematické riziko – odstranitelné hedgingem,
 - jedinečné riziko – odstranitelné diverzifikací;
- **podle typu zajišťovaného finančního aktiva**
 - akcie,
 - měny,
 - úroky,
 - obligace,
 - komodity;
- **podle toho zda-li je zajišťování prováděno podle nějakého vzoru:**
 - benchmark,
 - hedging bez vzoru;

2.1.3 Operační riziko

Operační riziko vyznačuje možnost vzniku ztráty v důsledku provozních chyb a nedostatků. Souvisí jak s úmyslnými tak i s neúmyslnými chybami, které mohou vznikat buď to z lidské či technické chyby nebo mohou vzniknout na základě vnějších neovlivnitelných vlivů, kterými jsou například přírodní katastrofy.

Operační riziko lze členit:

- Transakční riziko – toto riziko hrozí subjektům při chybném provedení operací, zejména pak chyb vyplývajících ze složitostí produktů a neschopnosti aktuálních systémů je provádět.
- Riziko operačního řízení – vyplývá z chyb řízení aktivit, jako jsou např. nízká kontrola při zpracování obchodů, podvodné operace při obchodování a chybné zaúčtování a padělání.
- Riziko systémů – je způsobeno chybami v systémech podpory, matematických vztahů modelů, v počítačových programech atd.

2.1.4 Likvidní riziko

Riziko likvidity souvisí s platební neschopností subjektu dostát svým závazkům. Likvidní riziko lze rozlišit:

- riziko financování - toto riziko je rizikem ztráty v důsledku neschopnosti podniku zajistit hotovost na splacení aktiv o určitých splatnostech a úrokových sazbách.

- riziko tržní likvidit - jestliže nelze s dostatečnou rychlostí převést likvidní finanční nástroje na hotovost v uspokojivém objemu a za rozumnou cenu, respektive bez viditelné ztráty, jedná se o riziko tržní likvidity.

2.1.5 Obchodní riziko

Obchodní riziko je vyznačováno jako riziko ztráty, například v důsledku změn daňových zákonů, přírodních katastrof, nemožnosti získat peněžní prostředky za relevantní náklady, je označováno jako obchodní riziko.

2.2 Finanční deriváty

Počátky derivátových obchodů na komoditních trzích se datuje již ve 12. století v Itálii a Holandsku, avšak první organizované trhy se začaly rozjíždět až v průběhu 17. století., kdy se právě v Holandsku začalo obchodovat s opcemi na tulipány. V Japonsku v té době také vznikl futures na rýži. Centrem derivátových obchodů se postupem času stal Londýn. Největší rozmach derivátových obchodů byl v 19. století v New Yorku a Chicagu, v té době dochází k změně ekonomických podmínek. Došlo ke globalizaci finančních trhů, výrazně rostl mezinárodní obchod, růst volatility úrokových sazeb a v neposlední řadě došlo k deregulaci některých finančních nástrojů. Za zlomový rok, lze považovat rok 1972, kdy se začaly na Chicago Mercantile Exchange obchodovat standardizované finanční deriváty.

Finanční deriváty jsou obchodovatelné na burzách i na mimoburzovních trzích. Obecně lze finanční deriváty definovat jako finanční instrumenty, jejichž hodnota je odvozena nebo závisí na ceně určitého podkladového aktiva. Podkladových aktivem můžou být jak finanční aktiva (úroková sazba, index, cena komodity, měna apod.), tak i nefinanční aktiva (množství srážek, teplota atd.)

Deriváty na burzách jsou standardizované a jsou vysoce likvidní. Mimoburzovní finanční deriváty jsou vytvářena na základě požadavků dvou stran, které spolu uzavírají dohodu, proto jsou mnohem méně likvidní. I přesto v současné době převažují mimoburzovní derivátové obchody.

Podstatou finančních derivátů je forma terminovaného obchodu. Respektive dochází zde k určitému nesouladu mezi uzavřením obchodu a jeho plněním.

Jak píše Hull (2009), derivátové trhy jsou mimořádně úspěšné. Hlavní, důvodem je, že přitahují řadu odlišných typů obchodníků, což zajišťuje trhům potřebnou likviditu. Lze

rozpoznat především tři hlavní motivy, díky kterým obchodníci vstupují na derivátové trhy, jimiž jsou:

- **Zajišťovatelé** - používají deriváty k eliminaci rizika z potenciálních budoucích nepříznivých pohybů cen finančních aktiv,
- **Spekulanti** - naopak oproti zajišťovatelům se snaží o dosažení zisku na základě pohybu cen finančních instrumentů,
- **Arbitráž** – tito obchodníci se snaží využít cenových rozdílů, přičemž tyto rozdíly jsou způsobeny buďto teritoriálním nebo časovým hlediskem;

2.2.1 Základní parametry finančních derivátů

Dluhošová a kol. (2010) uvádí základní parametry finančních derivátů:

- **podkladové aktivum S** - finanční instrument, z jeho ceny je odvozena cena derivátu, je to náhodná veličina,
- **realizační cena X** - je cena podkladového aktiva, na které se dohodnou prodávající a kupující, že v době realizace za tuto cenu dojde ke koupi nebo prodeji,
- **doba splatnosti T** - je konec období, na který je kontrakt uzavřen,
- **cena finančního derivátu C** – je částka, kterou je potřebné zaplatit při uzavření kontraktu. U opcí je to cena opce (opční prémie), kterou platíme za možnost volby v budoucnu, tedy za opční právo,
- **vnitřní hodnota VH** - nazývána také jako výplatní funkce udává velikost výplaty v momentě využití derivátu, tedy výsledný efekt plynoucí kupujícímu respektive prodávajícímu při vypořádání kontraktu,
- **zisk (ztráta)** - celkový efekt, který získá kupujícímu resp. prodávajícímu v době realizace po zohlednění ceny derivátů.

Finanční deriváty je možné obecně členit dle druhu do dvou základních skupin, tedy na termínové a opční kontrakty. Termínovaný kontrakt se označuje v případě, kdy jsou pevně sjednané podmínky na budoucí nákup nebo prodej vybraného finančního instrumentu. Obě strany se nacházejí v těsné pozici, nemají tedy jinou možnost, než splnit předem stanovené podmínky. Mezi tyto tzv. lineární finanční deriváty patří forwardy, futures a swapy, u nichž existuje symetrické rozdělení práv a povinností vyplývajících z kontraktu mezi protistrany. Respektive kupující finančního derivátu má povinnost koupit a prodejce derivátu povinnost

prodat podkladové aktivum v předem určený okamžik za předem stanovenou cenu. Kvůli toho to symetrického vztahu jsou tyto deriváty označovány za lineární finanční deriváty.

Mezi nelineární finanční deriváty jsou řazeny **opce**, u kterých je významné to, že kupující derivátu je ve volné pozici a má možnost volby, zda opční právo využije nebo toto právo neuplatní. Naopak prodávající je v tomto případě v těsné pozici a má povinnost splnit požadavky kupujícího. U opčních kontraktů lze vidět nesymetrické rozdělení práv a povinností.

Finanční deriváty lze členit podle různých hledisek a dle Dvořák (2008) to je:

- **podle druhu rizika:**
 - deriváty na tržní rizika - díky těmto derivátům se subjekty mohou zajistit proti tržním rizikům, tímto rizikem může být riziko úrokové, měnové, akciové a komoditní,
 - deriváty na úvěrové riziko - tyto deriváty jsou využívány pro zajištění rizika spojeného se změnou ratingového hodnocení subjektu,
 - deriváty na ostatní rizika – poskytují zajištění proti dalším druhům rizik, např. deriváty na počasí;
- **podle charakteru práva vyplývajícího z kontraktu:**
 - nepodmíněné termínové kontrakty - postavení stran v kontraktu je stejné, obě strany mají právo i povinnost uskutečnit uzavřený obchod. Patří zde forwardové, futures kontrakty a swapové kontrakty;
 - podmíněné termínové kontrakty - kupující kontraktu má právo, nikoliv povinnost na plnění ze sjednaného obchodu a prodávající má naopak povinnost dostát svým závazkům ze sjednaného kontraktu, jestliže se kupující rozhodne využít opční právo. Spadají zde např. call a put opce, exotické opce a opční listy;
- **podle formy obchodování:**
 - burzovní deriváty – standardizované deriváty obchodované na burzovních trzích,
 - mimoburzovní deriváty - nestandardizované deriváty jsou obchodované na mimoburzovních trzích (OTC),

- **podle doby splatnosti kontraktu**

- splatnost derivátového kontraktu - členění kontraktů podle času, do kterého dojde v budoucnu k jeho vypořádání;
- splatnost v základě ležícího bazického instrumentu - členění kontraktu dle splatnosti bazického instrumentu, využitelnost zejména u úrokových derivátů;

- **podle účelu využití derivátu:**

- zajištění – subjekty, které využívají deriváty pro zajištění, chtějí zafixovat budoucí cenu finančního instrumentu k jistému časovému okamžiku,
- spekulace – cílem není snížit nebo zcela eliminovat ztrátu z daného obchodu, ale profitovat na cenovém vývoji finančního instrumentu;
- arbitráž – subjekt se snaží nákupem finančních derivátů vydělat na cenovém rozdílu v čase nebo místě, a pokud jsou arbitrážní náklady menší než rozdíl cen, pak dosahuje subjekt zisku;
- forma odměny – finanční deriváty se používají také jako motivace pro členy statutárních orgánů nebo případně zaměstnanců, například kupní opce na akcie firmy apod.

2.2.2 Forward

Forward je nejstarší typ derivátu, jehož podstatou je smlouva o koupi (dlouhá pozice) a prodeji (krátká pozice) aktiva k předem stanovenému datu v budoucnu za smlouvenou (forwardovou) cenu. Forward je obchodován na mimoburzovních (over the counter nebo li OTC) trzích, z čehož pramení možnost uzavření kontraktu s parametry, které přesně vyhovují individuálním požadavkům investora. Podmínky smlouvy sjednávají obě strany. Obvykle je tento kontrakt obchodován mezi dvěma finančními institucemi nebo mezi finanční institucí a jejím klientem. Problémovou oblastí tohoto derivátu udělaného na míru je malá pravděpodobnost nalezení kupce na sekundárním trhu, který by byl ochoten tento derivát se specifickými parametry koupit od primárního vlastníka. Nevýhodou forwardového obchodování je zvýšené kreditní riziko, že jedna strana kontraktu nedostane svých závazků. Zárukou u těchto obchodů je pouze dobré jméno obchodníka. Výhodou forwardů jsou nulové náklady na jejich uzavření.

Jeden z účastníků forwardového obchodu zaujímá dlouhou pozici a má povinnost koupit podkladové aktivum dle předem sjednaných podmínek k určitému datu, druhý z účastníků se nachází v krátké pozici a má povinnost prodat podkladové aktivum dle předem stanovených podmínek kontraktu. S oběma pozicemi je spojena rozdílná vnitřní hodnota, také označována

jako výplatní funkce, která vyjadřuje velikost výplaty pro kupujícího a prodávajícího v době zralosti derivátu. Forwardový kontrakt je závazný pro obě strany obchodu a k jeho zrušení je potřeba souhlasu obou smluvních partnerů.

Obecně platí, že vnitřní hodnotu pro dlouhou pozici v době zralosti lze vyjádřit jako:

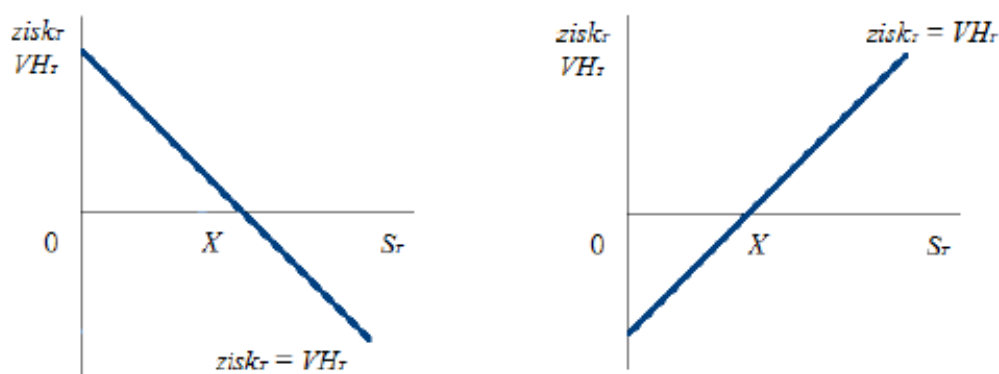
$$VH_T^{long} = S_T - X \quad (2.3)$$

Pro krátkou pozici pak vnitřní hodnota tvar:

$$VH_T^{short} = X - S_T \quad , \quad (2.4)$$

Kde VH_T vyjadřuje vnitřní hodnotu forwardu v době zralosti, X vyjadřuje realizační cenu a S_T je spotové cena podkladového aktiva v době zralosti.

Obr. 2.2 Vnitřní hodnota forwardu pro krátkou a dlouhou pozici



Zdroj: Hull (2009)

V případě dlouhé pozice subjekt očekává růst hodnoty podkladového aktiva, tedy že realizační cena bude nižší, než cena spotová v době realizace. Je-li cena spotová vyšší, subjekt realizuje zisk.

Na druhé straně subjekt v krátké pozici očekává pokles hodnoty podkladového aktiva, respektive pokud spotová cena podkladového aktiva bude v době realizace nižší, než předem smluvená realizační cena, pak subjekt v krátké pozici realizuje zisk.

U forwardu je potřeba rozlišovat cenou forwardu a forwardovou cenou. Cena forwardu (hodnota forwardu) pro dlouhou pozici je dána takto:

$$f_{t,T} = S_t - X \cdot e^{-R_f(T-t)} \quad , \quad (2.5)$$

Hodnota pro krátkou pozici je dána vzorcem:

$$f_{t,T} = X \cdot e^{-Rf(T-t)} - S_t, \quad (2.6)$$

kde $f_{t,T}$ je forward sjednaný v čase t se splatností v době T , Rf je bezriziková sazba.

Forwardová cena je taková úroveň realizační ceny, při níž je hodnota forwardového kontraktu nulová:

$$X_T = F_{0,T} = S_0 \cdot e^{Rf \cdot T} \quad (2.7)$$

2.2.3 Futures

Futures stejně jako forward patří mezi dvoustranné dohody o koupi podkladového aktiva u uzavřené v současné době s datem vypořádání v určitý okamžik v budoucnosti. Futures jsou standardizovaná, tedy burzovně obchodovatelná aktiva. Kvůli standardizaci jsou futures deriváty dostupnější a podstatně atraktivnější pro širokou skupinu subjektů na finančních trzích. Oproti forwardům jsou futures podstatně likvidnější a dochází zde k častějšímu hotovostnímu vypořádání, respektive k ukončení kontraktu před datem zralosti.

Díky obchodování na burze u futures v podstatě neexistuje kreditní riziko, tedy že nedojde k nevypořádání závazků. Hladké vypořádání kontraktu na derivátové burze řídí clearingové centrum. Clearingové centrum řídí pozici kupujícího pro všechny prodávající a pozici prodávajícího pro všechny kupce. Každý obchodník má tedy závazky jen vůči clearingovému centru. Všechny subjekty zúčastňující se futures obchodu musí u clearingového centra složit zálohu tzv. marže, pomocí čehož se zajistí nemožnost vzniku kreditního rizika při vypořádání obchodů.

Futures kontrakty jsou na konci každého dne přeceňovány, tím je zjišťována aktuální hodnota kontraktu podle uzavírací ceny. Každodenně je také přepočítávaná povinná marže, kterou zúčastněné subjekty musí složit u clearingového centra. Marže se mění každý den v závislosti na aktuální hodnotě kontraktu dle uzavírací ceny. Jestliže cena futures roste, pak subjekt v dlouhé pozici realizuje zisk a v případě krátké pozice ztrátu. V tomto případě by to znamenalo pro subjekt v dlouhé pozici snížení požadované marže a pro subjekt v krátké pozici navýšení denní marže.

Cena futures je stanovena na základě nabídky a poptávky po podkladovém aktivu. Vztah pro výpočet futures ceny je následující:

$$F_{t,T} = E_t(S_T) \quad , \quad (2.8)$$

kde $F_{t,T}$ je budoucí kótovaná cena futures v okamžiku sjednání kontraktu, $E_t(S_T)$ vyjadřuje spotovou očekávanou cenu v době splatnosti futures k datu t .

Aktuální hodnota futures dána na konci každého obchodního dne:

$$f_{t,T} = e^{-r \cdot dt} \cdot (F_{t,T} - F_{t-1,T}), \quad (2.9)$$

kde $f_{t,T}$ vyjadřuje hodnotu futures pro určitý obchodní den a $F_{t-1,T}$ udává uzavírací cenu kontraktu pro tentýž obchodní den.

Tab. 2.1 Srovnání Forwardu a Futures kontraktu

Forward	Futures
Soukromý kontrakt mezi dvěma stranami	Obchodován na organizovaných burzách
Není standardizovaný kontrakt	Standardizovaný kontrakt
Zpravidla jeden určený termín dodání	Více předem určených dodacích dní
Vypořádání až v době realizace	Denní vypořádání
Dodání nebo finanční vypořádání	Smlouva je často ukončena před dobou splatnosti
Vysoké kreditní riziko	Téměř bez kreditního rizika

Zdroj: Hull (2009)

V tabulce 2.1 jsou znázorněny základní rozdíly mezi forward a futures kontrakty.

2.2.4 Swapy

Jak píše Hull (2009), první smlouvy typu swap byly sjednány na počátku roku 1980. Od té doby swapový trh zaznamenal obrovský nárůst. V současné době swapy zaujímají významné postavení na mimoburzovních trzích (OTC), kde jsou obchodovány.

Swap je termínová smlouva, kde se obě zúčastněné strany zavazují vyměnit si dohodnutá podkladová aktiva za předem stanovených podmínek v předem známých budoucích termínech. Swap je v podstatě spojením několika forwardových kontraktů uzavřených v jednom časovém okamžiku s různými časovými okamžiky vypořádání. Výměna peněžních toků v případě swap kontraktu se v čase opakuje. Swap kontrakt je možné navázat na podkladové aktivum, kterým je např. úrokové sazby, měnový kurz, akcie, komodity apod.). Z podstaty této práce je nutné popsat měnový swap.

Měnový swap reprezentuje smluvně sjednanou opakovanou směnu plateb v jedné měně za platby v měně druhé k určitému časovému okamžiku v budoucnu. Nominální hodnota na začátku a na konci kontraktu je přepočítávána stejným spotovým kurzem, který byl aktuální v době při uzavření swapu. Tím je zajištěno měnové riziko.

2.2.5 Opce

Opce patří mezi opční kontrakty a spadají mezi nelineární finanční deriváty. Jsou obchodovány jak na OTC trzích tak na burzách. Opce se od klasických termínových kontraktů velice odlišují. Kupující opce je ve volné pozici, respektive má možnost, nikoliv však povinnost, zda využije opční právo za předem stanovených podmínek. Za toto právo je třeba zaplatit tzv. opční prémii. Kupující opce se nachází v long pozici, kdežto prodávající naopak v short pozici. Proávající (upisovatel) je v těsné pozici a má povinnost, v případě, že kupující uplatní své právo na opci, sjednaný obchod splnit. Jestliže je s drženou opcí spojeno právo na koupi nebo prodej podkladového aktiva, se rozlišuje call opce (kupní opce) a put opce (prodejní opce).

Call opce představuje smlouvu, která dává právo majiteli koupit podkladové aktivum za předem stanovenou cenu k danému časovému okamžiku. Jestliže kupující využije tohoto práva, prodejce je pak povinen dle předem stanovených podmínek kontraktu dostat svým závazkům a podkladové aktivum dodat.

Put Opce je smlouva, která dává držiteli opce právo, ne povinnost, prodat podkladové aktivum za předem stanovených podmínek. V případě, kdy majitel využije práva opce, upisovatel je povinen koupit podkladové aktivum za předem stanovených podmínek, tedy za předem známou realizační cenu.

Jak bylo již zmíněno výše, za právo volby majitel opce platí cenu nazývanou opční prémii. Opční prémii zároveň udává maximální možná zisk pro upisovatele a maximální ztrátu pro kupujícího opce. Opční prémii se skládá ze dvou částí, vnitřní a časové hodnotě.

Vnitřní hodnota nebo také výplatní funkce opce lze definovat jako zisk z okamžitého využití opce. Výše vnitřní hodnoty závisí na vztahu mezi spotovou cenou a realizační cenou podkladového aktiva. Tento vztah je rozdíly u call a put opce. Záporný výsledek znamená nulovou vnitřní hodnotu dané opce.

Dle výsledku vnitřní hodnoty je možné rozlišovat tři typy opcí:

- opce mimo peníze (out of money, OTM, kde $VH < 0$),
- opce na penězích (at the money, ATM, kde $VH = 0$),
- opce v penězích (in the money, ITM, $VH > 0$).

V tab. 2.2 jsou zobrazeny funkční vztahy mezi vnitřní hodnotou evropské call a put opce.

Tab 2.2 Vztah vnitřní hodnoty call a put opce

Opce	Call opce		Put opce	
Vztah S_t a X	VH	označení	VH	označení
$S_t > X$	$S_t - X$	ITM	0	OTM
$S_t = X$	0	ATM	0	ATM
$S_t < X$	0	OTM	$X - S_t$	ITM

Zdroj: Tichý (2006)

Časová hodnota opce se mění s dobou její životnosti. Čím delší je doba do splatnosti opce, tím je časová hodnota vyšší a naopak. V okamžiku expirace je časová hodnota opce vždy nulová.

Na cenu opce působí mnoho faktorů, které cenu opce ovlivňují buďto pozitivně nebo negativně. Hlavními faktory jsou volatilita a cena podkladového aktiva, doba do zralosti, bezriziková sazba a dividendový výnos, v případě, že podkladové aktivum tento výnos generuje.

Členění opcí

- dle složitosti výplatní funkce:
 - opce plain vanilla (jednoduché opce) – patří zde call a put opce,
 - exotické opce - zde patří asijské opce, binární opce, duhové opce a další;
- podle data uplatnění opce
 - americké opce - majitel má právo uplatnit opci kdykoliv do určitého časového okamžiku
 - evropské opce – majitel má právo uplatit opci pouze k určitému časovému okamžiku
 - z hlediska počtu podkladových rizikových faktorů
 - jedno faktorové – klasické opce s jedním podkladovým aktivem

- dvou faktorové opce – příkladem jsou spread opce, kde se vyskytují buďto dvě rozdílné podkladové aktiva se stejnou dobou realizace nebo jedno aktivum s rozdílnou dobou realizace,
- více faktorové – rainbow a basket opce, výplata těchto opcí je závislá na portfoliu opcí;

Dále lze opce členit dle typu podkladového aktiva na měnové, úrokové, akciové, úvěrové, komoditní, opce na počasí, reálné opce.

Členit opce lze dále dle typů náhodných podkladových procesů: Wienerův proces, mean-reversion proces, jump difusion proces, aritmetický a geometrický Brownův proces, Itoův proces a hybridní proces jako kombinace předchozích.

Základní pozice při opčních obchodech

Při obchodech s opčními kontrakty existují čtyři základní opční pozice, kterými jsou long call, short call, long put a short put pozice.

Long call pozice definuje vlastnictví opce na nákup podkladového aktiva. Zisk v tomto případě pro kupujícího není nijak limitován a je praktický neomezený, zatím co ztráta je omezena výší opční premie. Při zvyšující se hodnotě spotové ceny podkladového aktiva se navyšuje i potenciál zisku.

Vnitřní hodnotu v long call pozici definujeme následovně:

$$VH = \max(S_t - X, 0), \quad (2.10)$$

kde VH je vnitřní hodnota opce, S_t je spotová cena podkladového aktiva a X je realizační cena.

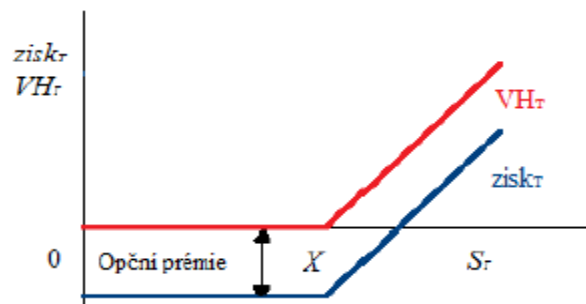
Ziskovou funkci lze vyjádřit následovně:

$$zisk = \max(S_T - X - c; -c), \quad (2.11)$$

kde c vyjadřuje opční premii pro call opci.

Obrázek 2.3 zobrazuje vnitřní hodnotu a zisk pro long call opci.

Obr. 2.3 Vnitřní hodnota a zisk long call opce



Zdroj: Dubofský a Miller (2003)

Další z opčních pozic je short call pozice neboli call opce z pohledu prodávajícího. Prodávajícímu opčního práva plyne povinnost prodat opční podkladové aktivum, pokud kupující uplatní právo opce. Za tuto povinnost inkasuje prodávající opce opční prémii, která je rovna jeho maximálnímu dosažitelnému zisku. Nevýhodou pro prodávajícího je teoretická neomezená ztráta.

Vnitřní hodnota krátké call opce je následující:

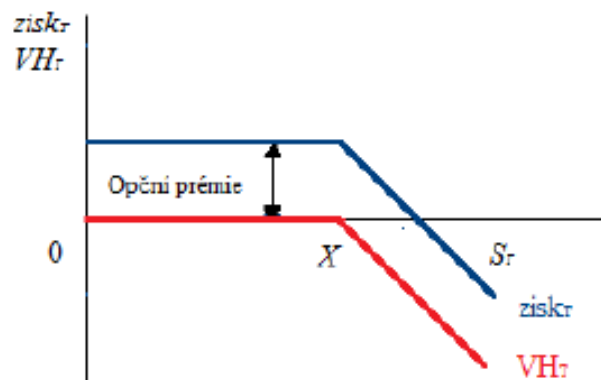
$$VH = \min(X - S_T, 0), \quad (2.12)$$

Zisková funkce má tvar:

$$zisk = \min(X - S_T + c; +c), \quad (2.13)$$

Obrázek 2.4 znázorňuje vnitřní hodnotu a zisk pro short call opci

Obr. 2.4 Vnitřní hodnota a zisk short call opce



Zdroj: Dvořák (2010)

Třetí pozici je long put, v tomto případě se majitel nachází v prodejní pozici, kde má právo prodat podkladové aktivum za předem stanovenou realizační cenu. Právo volby získá za při zaplacení opční prémie, která zároveň limituje maximální dosažitelnou ztrátu, viz. Obr 2.5 níže. Jestliže hodnota podkladového aktiva klesá, majitelovi opce se zvyšuje možnost a výše potencionálního zisku. Zisk pro majitele opce je v tomto případě omezen a to nulovou hodnotou podkladového aktiva.

Vnitřní hodnota pro long put pozici je definována následovně:

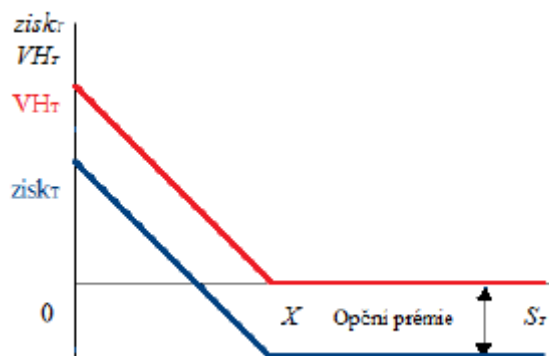
$$VH = \max(X - S_T; 0), \quad (2.14)$$

zisková funkce je následující:

$$zisk = \max(X - S_T - p; -p), \quad (2.15)$$

kde p znázorňuje výši opční prémie u put opce.

Obr. 2.5 Vnitřní hodnota a zisk long put opce



Zdroj: Dubofský a Miller (2003)

Short put pozice je tvořena jako inverzní pozice k long put. Vypisovatel v této pozici prodal opci a tím mu vznikla povinnost odkoupit podkladové aktivum za předem stanovenou realizační cenu, jestliže majitel opce toto právo uplatní. Prodávající opce, tedy vypisovatel, může realizovat zisk maximálně ve výši opční prémie, kterou obdržel od majitele put opce za právo volby. Maximální potencionální ztráta v této pozici je pro prodávajícího limitována nulovou hodnotou podkladového aktiva. Obr. 2.6 znázorňuje výplatní funkci a zisk v pozici short put.

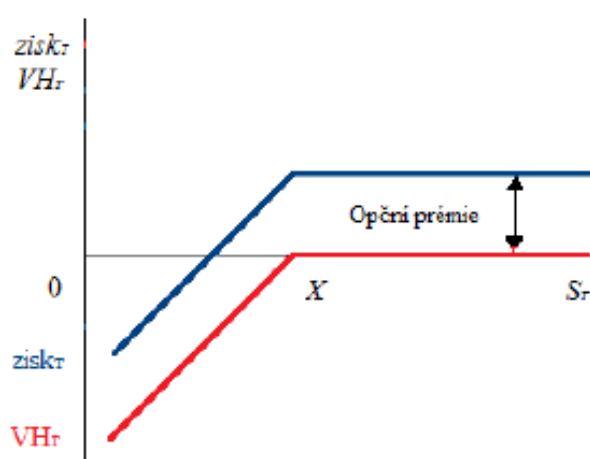
Vnitřní hodnota pro short put opci lze vypočítat dle vzorce:

$$VH = \min(S_t - X, 0), \quad (2.16)$$

ziskovou funkci lze definovat následovně:

$$zisk = \min(S_T - X + p; +p), \quad (2.17)$$

Obr. 2.6 Vnitřní hodnota a zisk short put opce



Zdroj: Dvořák (2010)

Exotické opce

Kromě plain vanilla opci, kterým byla věnována pozornost výše, existují také tzv. exotické opce. Tyto opce jsou obchodovány na OTC trzích, jelikož jsou vytvářeny na míru pro uspokojení specifických potřeb korporací. Exotické opce jsou specifické svou komplikovanější výplatní funkcí a členit je lze následovně, dle Tichý (2006):

- path dependent opce – výplata je závislá nejen na ceně podkladového aktiva v době uplatnění, ale i na cestě, kterou cena tohoto aktiva sledovala po celou dobu životnosti.
- digitální opce – výplata je obdržena v případě, kdy cena podkladového aktiva dosáhne předem stanovené realizační ceny. Výplata je tedy buď vše anebo nic,
- multistage opce – neboli vícestupňové opce, pojí se s nimi právo v průběhu jejich životnosti činit důležitá rozhodnutí,
- package – představuje portfolio tvořící standardní evropské opce call a put, forwardové kontrakty, hotovost a podkladové aktivum. Používané kombinační opční pozice jako strangles, straddles, strip, strap.

2.3 Simulace náhodného vývoje

Finanční aktiva, u kterých lze s jistotou určit jejich budoucí hodnotu v jakémkoliv časovém úseku, jsou nazývána jako deterministická. V případě náhodného vývoje finančních veličin v čase je tento průběh označován jako stochastický proces. Tento proces se vyvíjí podle vhodného pravděpodobnostního rozdělení. Následující teoretické poznatky jsou čerpány z publikací Hull (2009) a Zmeškal, Dluhošová a Tichý (2013).

Stochastický proces je typický pro finanční aktiva, kde je možné určit množinu budoucích veličin, ať už spojitou nebo diskrétní, ale nelze jim připojit konkrétní pravděpodobnost. Tento proces se skládá ze dvou složek:

- trend – deterministická složka, tedy nenáhodná veličina
- reziduum – stochastická složka, tedy náhodná odchylka

náhodný proces lze obecně definovat stochastické diferenciální rovnice následovně:

$$dx = \text{trend} + \text{reziduum} \quad (2.18)$$

kde dx je změna náhodné veličiny.

Obecně lze dle podoby stochastického procesu, jakým způsobem se mění proměnná, rozdělit na dva přístupy:

- diskrétní model – u tohoto procesu dochází ke změně ceny pouze v určený časový okamžik, založen na diskrétním čase $t = \{0, 1, 2, 3, \dots\}$;
- spojitý model – u spojitého stochastického procesu se pracuje s nekonečně malými časovými změnami, respektive je založen na spojitě změně ve spojitém čase $t \in (0, x)$

Základem při většině stochastických procesů je modelace rizikové složky. Modelovat rizikovou složku u spojitých procesů lze pomocí Wienerova procesu a v případě diskrétních stochastických procesů modelace provést pomocí Poissonova procesu.

2.3.1 Wienerův proces

Tento proces, také označován jako specifický, je základním prvkem pro ostatní spojitý procesy. Wienerův proces je specifický tím, že nezahrnuje trendovou složku, respektive vyjadřuje pouze náhodnou složku. Tato náhodná složka pochází z normovaného normálního rozdělení $N(0, 1)$. Tento proces vychází ze dvou předpokladů,

- Sleduje Markovův proces, to znamená, že predikované ceny jsou ovlivněny jenom aktuální cenou a ne cenami historickými.

- změny cen jsou v čase závislé

Wienerův proces je možné definovat následovně,

$$\tilde{z}_{0+dt} - z_0 = dz = \tilde{\varepsilon} \cdot \sqrt{dt} \quad (2.19)$$

Kde dt je nekonečně malá změna času a $\tilde{\varepsilon}$ je náhodná proměnná z normovaného normálního rozdělení $N(0,1)$, dz je pak střední hodnota, která je rovna nule a rozptyl $var(dz)$ odpovídá změně času, kde směrodatná odchylka je její odmocnina $\sigma(dz) = \sqrt{dt}$.

Jestliže se předpokládá vývoj ceny v čase za jistý počet intervalů o shodné délce dt , potom:

$$\tilde{z}_T - z_0 = \sum_{i=1}^k \tilde{\varepsilon}_i \cdot \sqrt{dt} \quad , \quad (2.20)$$

z toho lze odvodit, že $E(\tilde{z}_T)$ je rovno nule, $var(\tilde{z}_T)$ je roven T a $\sigma(\tilde{z}_T) = \sqrt{T}$.

2.3.2 Itôův proces

Itôův proces je jedním z obecných typů stochastických procesů. Zahrnuje zvláštní případy Wienerových a Brownových procesů. Stochastická diferenciální rovnice pro proměnou x je následující:

$$dx = a(x;t) \cdot dt + b(x;t) \cdot dz \quad , \quad (2.21)$$

kde $a(\cdot)$ znamená přírůstek a $b(\cdot)$ vyjadřuje směrodatnou odchylku změny proměnné.

Obdobou pro Taylorův rozvoj, definovaného pro nestochastické funkce, je Itôova lemma. Tento proces je vymezován pro funkce, kde jejich proměnnými jsou stochastické procesy dle (2.21) a čas, $G=f(x,t)$. Itôova lemma je definována takto:

$$dG = \left[\left(\frac{\partial G}{\partial x} \cdot a(\cdot) \right) + \frac{\partial G}{\partial t} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\partial^2 G}{\partial x^2} \cdot b^2(\cdot) \right] \cdot dt + \frac{\partial G}{\partial x} \cdot b(\cdot) \cdot dz \quad (2.22)$$

Tato funkce je Itôovým procesem s přírůstkem vyjádřených v hranatých závorkách,

$$\left(\frac{\partial G}{\partial x} \cdot a(\cdot) \right) + \frac{\partial G}{\partial t} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\partial^2 G}{\partial x^2} \cdot b^2(\cdot), \quad (2.23)$$

$$\text{A rozptylem} \quad \left(\frac{\partial G}{\partial x} \right)^2 \cdot b(\cdot), \quad (2.24)$$

2.3.3 Brownovy procesy

Brownovy procesy se využívají k simulaci náhodného vývoje měn a cen akcií. Tyto procesy se skládají, již i z trendové složky. Náhodná složka v tomto případě odpovídá specifickému Wienerovu procesu. Brownovy procesy lze členit na aritmetický Brownův proces a geometrický Brownův proces.

Aritmetický Brownův proces, označován jako zobecněný Wienerův proces:

$$dx = \mu \cdot dt + \sigma \cdot dz, \quad (2.25)$$

kde $\mu \cdot dt$ je deterministická složka, která vyjadřuje trend, $\sigma \cdot dz$ složka odpovídá specifickému Wienerovu procesu, respektive vyjadřuje reziduum.

jedná se o zvláštní případ Itôova procesu, kdy jsou jeho parametry konstantní a nezávislé na ostatních proměnných. Dle následujícího je zřejmé, že se cena vyvíjí lineárním trendem:

$$E(dx) = \mu \cdot dt, \quad E(x_T) = x_0 + \mu \cdot T, \quad \text{var}(dx) = \sigma^2 \cdot dt, \quad \text{var}(x_T) = \sigma^2 \cdot T.$$

Diskrétní geometrický Brownův proces, u něhož se cena aktiva vyvíjí exponenciálním trendem, který se využívá zejména ve finančním modelování, lze formulovat následovně:

$$dx = \mu \cdot x \cdot dt + x \cdot \sigma \cdot dz, \quad (2.26)$$

kde μ vyjadřuje průměrný výnos finančního aktiva, σ je směrodatná odchylka finančního aktiva a x vyjadřuje multiplikační faktor.

Pro zjednodušení a větší přehled jednotlivých parametrů lze zapsat také jako:

$$\frac{dx}{x} = \mu \cdot dt + \sigma \cdot dz, \quad (2.27)$$

V případě, že se vývoj finančního aktiva vyvíjí podle geometrického Brownova procesu, lze pak s využitím Itôovy lemmy pro funkci $G = \ln x$ uvést:

$$dG = d \ln x = \alpha \cdot dt + \sigma \cdot dz, \quad (2.28)$$

kde $d \ln x$ vyjadřuje spojitý výnos finančního aktiva, konstantní spojitý výnos má pak tvar

$\alpha = \mu - \frac{\sigma^2}{2}$ a $\mu = \ln \frac{x_T}{x}$. Budoucí očekávanou cenu lze pak zapsat následovně:

$$x_t = x_0 \cdot \exp(\alpha \cdot T + \sigma \cdot z) \quad (2.29)$$

a rozptyl:

$$\text{var}(x_T) = x^2 \cdot \exp(2 \cdot \alpha \cdot T) \cdot [\exp(\sigma^2 \cdot T) - 1] \quad (2.30)$$

Obecně lze vývoj ceny náhodného aktiva popsat jako geometrický Brownův pohyb dle (2.29).

Pro jeden krok o délce Δt je možné náhodný vývoj ceny finančního aktiva zapsat jako:

$$x_{t+\Delta t} = x_t \cdot \exp(\alpha \cdot \Delta t + \sigma \cdot \tilde{z}) = \exp\left[\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot \Delta t + \sigma \cdot \tilde{\varepsilon} \cdot \sqrt{\Delta t}\right]. \quad (2.31)$$

Střední hodnotu ceny aktiva za období k kroků lze zapsat:

$$E(x_T) = x_0 \cdot \exp(\mu \cdot \Delta t \cdot k) = x_0 \cdot \exp(\mu \cdot T). \quad (2.32)$$

Rozptyl ceny aktiva za období k kroků:

$$\text{var}(x_T) = x_0^2 \cdot \exp(2 \cdot \alpha \cdot \Delta t \cdot k) \cdot [\exp(\sigma^2 \cdot \Delta t \cdot k) - 1] \quad (2.33)$$

Kvantil log-normálního rozdělení pravděpodobností je pak možné stanovit pro cenu aktiva následovně:

$$x_T^\gamma = x_0 \cdot \exp(\alpha \cdot \Delta t \cdot n + \Phi^{-1}(\gamma) \cdot \sigma \cdot \sqrt{\Delta t \cdot n}). \quad (2.34)$$

kde \tilde{z} je náhodná složka, $\tilde{z} = \tilde{\varepsilon} \cdot \sqrt{\Delta t}$ a $\tilde{\varepsilon}$ značí náhodnou veličinu z normovaného normálního rozdělení $N(0,1)$. Deterministickou část změny ceny aktiva charakterizuje $\alpha \cdot \Delta t$. Přírůstek výnosů aktiva je vyjádřen pomocí μ . Složka $\sigma \cdot d\tilde{z}$ reprezentuje pak náhodnou reziduální odchylku výnosů za daný časový interval a n je nezávislý časový interval, σ je směrodatná odchylka, k je počet intervalů a Δt vyjadřuje délku intervalu (kroku), x_T je cena finančního aktiva v čase T , $\Phi^{-1}(\gamma)$ vyjadřuje kvantil pro γ v určité výši např. 5%, případně 95%.

2.3.4 Predikce volatility měnového kurzu

Predikce volatility je důležitým parametrem nepostradatelným nejen při oceňování opcí, optimalizaci portfolia a při využívání metody Value at Risk, ale i při predikci měnového kurzu. V této kapitole bylo čerpáno zejména z publikace Zmeškal (2013) a Hull (2006).

Při zajišťování měnového rizika je volatilita stanovena směrodatnou odchylkou spojitého výnosu, která je možná vyjádřit vztahem:

$$Rt = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}}, \quad (2.35)$$

kde Rt je spojitý výnos v okamžiku t a P je hodnota měnového kurzu.

Při predikci volatility je možné využít nepodmíněný historický přístup, podle kterého očekávaný výnos měnového kurzu lze definovat jako průměrnou hodnotu skutečných výnosů za určité období a riziko je vyjádřeno směrodatnou odchylkou z historického výběru výnosů měnového kurzu. Tento přístup vychází z předpokladu homoskedasticity, respektive předpokládá konstantní rozptyl. Jelikož homoskedasticita se v praxi moc nevyskytuje, je potřeba využít jiné modely jako jsou například GARCH a EWMA, které pracují s podmíněným rozptylem. Dle (Zmeškal, 2013).

Model GARCH (Generalised Autoregressive Conditional Heteroskedastic) se využívá pro předpověď na jedno období a je vyjádřen jako:

$$\sigma_{t+1,t}^2 = \omega + \alpha \cdot \varepsilon_t^2 + \beta \cdot \sigma_{t,t-1}^2, \quad (2.36)$$

Kde α, ω, β jsou odhadované parametry, $\sigma_{t+1,t}^2$ vyznačuje predikovaný rozptyl v čase t na $t+1$, ε_t^2 vyjadřuje skutečný rozptyl v čase t , $\sigma_{t,t-1}^2$ vyznačuje predikovaný rozptyl v čase $t-1$ na čas t . Současně je potřeba splnit podmínky nezápornosti $\alpha, \omega, \beta \geq 0$ a $\alpha + \beta \leq 1$.

Zvláštním případem modelu GARCH je model EWMA (Exponencial Weighted Moving Average) s pouze jedním parametrem. Dle Hull (2006) se v modelu váhy exponenciálně zmenšují při zpětném pohybu v čase.

Základem modelu EWMA je tedy to, že $\omega = 0, \alpha = 1 - \lambda$ a $\beta = \lambda$. Kde parametr λ značí tlumicí faktor a nachází se v intervalu $[0,1]$. Jestliže se parameter λ rovná jedné, pak se jedná o homoskedasticitu. Pokud se hodnota tohoto parametru blíží k nule, pak se jedná o adaptační proces, kde je proces závislý na čase. Rozptyl tohoto procesu je podmíněný a daný proces je ovlivněn minulou dosaženou hodnotou. Pro zřetelnou vypovídající schopnost modelu je zapotřebí využít alespoň 70 dat v historické časové řadě. Obecně platí, čím delší bude časová řada, tím přesnějších výsledků lze dosáhnout.

Predikci volatility dle EWMA lze stanovit dle následujícího vztahu:

$$\sigma_{t+1,t}^2 = (1 - \lambda) \cdot \varepsilon_t^2 + \lambda \cdot \sigma_{t,t-1}^2, \quad (2.37)$$

kde $\sigma_{t+1,t}^2$ vyznačuje predikovaný rozptyl v čase t na $t+1$, ε_t^2 vyjadřuje skutečný rozptyl v čase t , $\sigma_{t,t-1}^2$ vyznačuje predikovaný rozptyl v čase $t-1$ na čas t .

Parametr λ je možné odhadnout metodou minimalizace kritéria RMSE (Root Mean Square Error), které je stanoveno jako:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \sum_t z_t^2}, \quad (2.38)$$

z_t vyznačuje chybu predikce, kde chyba predikce je rovna:

$$z_t = \varepsilon_t^2 - \sigma_{t,t-1}^2, \quad (2.39)$$

Model EWMA má výhodu oproti modelu GARCH v tom, že není potřeba shromažďovat řady historických údajů a predikce a odhad rozptylu není tak obtížný, jak se píše v (Zmeškal, 2013).

Směrodatnou odchylku lze dopočítat z predikovaného rozptylu následovně

$$\sigma_{t+1,t} = \sqrt{\sigma_{t+1,t}^2}, \quad (2.40)$$

2.3.5 Determinace měnových kurzů

Měnový kurz je cena deviz, která je určena jako hodnota, na které se potká poptávka s nabídkou měny na devizovém trhu. Na devizový kurz působí mnoho faktorů jak z externího tak interního prostředí. Tyto faktory mají jiný vliv na kurz v krátkém a dlouhém období, proto je důležité rozlišovat, o jaké časové období se jedná.

Determinace měnového kurzu v krátkém časovém období

V krátkém období působí na nabídku a poptávku po dané měně a tím pádem na kurz tyto faktory:

- změna míry inflace,
- očekávání,
- fiskální zásahy
- změna úrokových sazeb.

Změna míry inflace má inverzní dopad na kurz. V případě růstu inflace domácí měna oslabuje, jelikož zahraniční odběratelé přestanou mít zájem o zdražené výrobky a služby. Pak poptávka po české měně klesá.

Očekávání ekonomických subjektů plní významnou roli při pohybech kurzů. Očekávání pozitivních makroekonomických zpráv zhodnocuje domácí měnu, když to očekávání negativních zpráv pro domácí ekonomiku naopak měnu oslabuje.

Fiskální neboli státní zásahy mohou ovlivňovat změnu kurzu oběma směry. Stát může ovlivňovat měnu například změnou daňového systému, vytvářením bariér v mezinárodním obchodě, podpora podnikání apod.

Změny úrokových sazeb jsou jedním z nástrojů, kterými Národní banka ovlivňuje kurz měny. V případě zvyšování úrokových sazeb se zvyšuje poptávka po domácích aktivech, jelikož tyto aktiva se stávají pro zahraniční investory atraktivnější a měna v krátkodobém horizontu posiluje. V případě snižování sazeb je tomu naopak.

Determinace měnového kurzu v dlouhém časovém období

Základními teoriemi pro vyjádření měnových kurzů v dlouhém období je zákon jedné ceny, teorie parity kupní síly a model paritních podmínek. Jelikož součástí této práce je zajištění měnového rizika na 1 rok, tak dlouhodobé časové období není zapotřebí detailněji rozebírat.

3 Popis metod zajištění měnového rizika

V této kapitole bude pozornost věnována měnovému riziku, metodám a důvodům zajištění měnového rizika, devizové expozici, měnové expozici a hedgingovým strategiím, které následně budou využity v aplikační části práce. Dále v této kapitole budou specifikované vybrané metody zajištění měnového rizika, které budou zahrnovat i pasivní strategii, částečné zajištění a bude zde popsán postup ocenění derivátů. V této kapitole budou využity především poznatky z literatury Hull (2009), Dobofský a Miller (2003) a Dvořák (2010).

3.1 Měnové riziko

Měnové neboli devizové riziko je zapříčiněno změnou kurzu jedné měny vůči měně jiné. Toto riziko vzniká v podstatě ve všech případech mezinárodních hospodářských vztahů. Jestliže subjekty prodávají či nakupují zboží za hranicemi měnových oblastí, tak se vystavují měnovému riziku.

Firmy na zahraniční trh vstupují ze dvou důvodů. V prvním případě to je směna jedné měny do měny druhé, kde exportéři prodávají devizy na devizovém, tedy zinkasovanou tržbu v zahraniční měně směňují za měnu domácí. Případně importéři nakupují devizy, aby mohli zaplatit závazky v měně zahraniční. Druhý důvodem proč subjekty vstupují na devizový trh je, že exportéři ani importéři neznají budoucí vývoj měnových kurzů, tedy ani budoucí cash flow v domácí měně, a proto se zajišťují proti riziku z pohybu měnových kurzů pomocí devizového trhu. Exportéři se zajišťují proti zhodnocení domácí měny, kdyžto importéři naopak se obávají znehodnocení domácí měny vůči měně zahraniční. Existuje několik způsobů jak řídit měnové riziko, ty hlavní z nich budou popsány níže. Teoretické poznatky jsou čerpány především z publikace Durčáková a Mandel (2010).

3.1.1 Devizové pozice

Rozpoznat měnové riziko společnosti lze prostřednictvím analýzy její devizové pozice. Jako devizová pozice je označován vztah mezi devizovými pohledávkami a devizovými závazky společnosti v individuálních měnách k určitému okamžiku. Při posuzování devizové pozice je zapotřebí vzít v potaz ne jen hledisko měnové a kvantitativní, ale i úrokovou strukturu devizových pasiv a aktiv společnosti. V případě vzniku devizového rizika lze rozlišit uzavřenou a otevřenou devizovou pozici.

- Uzavřená devizová pozice – jedná se o případ, kdy jsou pohledávky a závazky podniku v jedné měně a zároveň se shoduje i jejich splatnost a způsob úročení. V tomto případě není společnost vystavena riziku z pohybu devizových kurzů na

devizovém trhu. Pro společnost je takovýto stav ideálním, jelikož případná změna devizového kurzu neovlivní cash flow společnosti.

- Otevřená devizová pozice – tento stav nastává, když po započtení pohledávek a závazků společnosti v cizí měně k danému časovému okamžiku výsledný stav není nulový. V takovém to případě společnost podstupuje měnové riziko.

Otevřenou devizovou pozici lze dále rozdělit na dlouhou a krátkou devizovou pozici. Dlouhá devizová pozice vzniká v případě, že pohledávky v cizí měně jsou větší, než závazky v cizí měně k dané době splatnosti. V případě krátké devizové pozice je tomu opačně, tedy když závazky v dané zahraniční měně jsou vyšší, než pohledávky v měně totožné.

3.1.2 Měnová expozice

Měnová expozice slouží k rozpoznání, které položky a v jaké výši jsou vystaveny měnovému riziku. Měnová expozice měří citlivost aktiv, pasiv a peněžních toků v domácí měně vzhledem k změnám měnového kurzu. Jelikož změna devizového kurzu může výrazně ovlivnit nejen hodnotu aktiv a pasiv, ale i cash flow, tak hlavním cílem společností je řízení rizika a měnové expozice. Dle Durčáková (2010) pro devizovou expozici platí:

- devizovou expozici lze vztahovat jak k nominálním, tak k reálným hodnotám
- možnost vázat na stavové i tokové veličiny
- lze analyzovat na základě jak brutto, tak i netto pro jednotlivá aktiva
- měří se jak pro očekávané, neočekávané tak i pro skutečné změny měnového kurzu

Měnovou expozici lze obecně rozlišovat na tři základní typy:

- **Transakční měnová expozice** – měří jak citlivé jsou budoucí devizové transakce v domácí měně na změny budoucího, minulého a současného spotového kurzu. Změní-li se devizový kurz mezi vznikem a splácením kontraktu, tak podnik může poznamenat kurzová ztráta nebo v lepším případě může dosáhnout kurzového zisku. Transakční měnová expozice je důležitá pro odhad částky, kterou je potřeba zajistit, aby firma nepodstupovala měnové riziko z nežádoucí změny kurzu. Tato částka může být vyšší nebo menší, než počáteční hodnota devizových pasiv nebo aktiv;
- **ekonomická devizová expozice** - reprezentuje citlivost budoucího cash flow společnosti vyjádřeného v domácí měně na změnu měnového kurzu. V podstatě ekonomickou devizovou expozici lze chápat jako účinek vývoje měnového

kurzu na podnikatelské záměry. Při náhlých změnách měnového kurzu může být ovlivněna poptávka po zboží jak u vývozců tak dovozců. V případě zhodnocení domácí měny oproti měně zahraniční může exportér ztrácet schopnost cenové konkurence v zemi odbytu a naopak v případě znehodnocení domácí měny vůči měně zahraniční může exportér dosáhnout vyšších zisků. Obecně lze říci, že ekonomická expozice zahrnuje expozici transakční a míru citlivosti cash flow z domácího trhu na změny měnového kurzu. Což lze vysvětlit na příkladu, kdy posílí domácí měna vůči měně zahraniční, v tom případě pro zahraniční subjekty se zvyšuje cenová konkurence schopnost na tuzemském trhu a domácí subjektům se kvůli této změně měnového kurzu sníží cash flow i z domácího trhu, jelikož se jim u domácích spotřebitelů sníží poptávka po výrobních a službách.

- **Translační měnová expozice** – nebo také označovaná jako účetní devizová expozice. Vyjadřuje vliv změny měnových kurzů na účetní údaje společnosti. Vzniká při sestavování konsolidovaných finančních výkazů, když se převádí hodnoty ze zahraničních dceřiných firem, nebo z operací probíhajících v zahraničí. Ty aktiva a závazky, které jsou převáděny běžným kurzem, jsou vystaveny kurzovému riziku, ty, které jsou převedeny podle historického kurzu, nejsou vystaveny měnovému riziku.

3.2 Metody zajištění měnového rizika

Jestliže se podnik rozhodne eliminovat nebo alespoň snížit svou měnovou expozici a zajistit tak měnové riziko, má na výběr ze dvou základních přístupů. Dle Durčáková a Mendel (2010) se rozlišují externí a interní metody zajištění měnového rizika a měnové expozice.

Při využití externí metody zajištění měnového rizika jsou využívány nástroje finančního trhu. Konkrétněji tyto nástroje budou popsány v následujících podkapitolách.

Interní metody zajištění patří k nepostradatelné součásti společnosti obchodující se zahraničními subjekty. Při využití této metody společnost nemusí uzavírat dodatečné kontrakty na finančním trhu jako při využití u metody externího zajištění. Mezi interní metody zajištění měnového rizika společnosti patří netting, leading, matching, lagging, měnová diverzifikace, cenová politika a volba měny fakturace.

3.2.1 Interní metody zajištění

Netting – je to technika zajištění, kterou využívají společnosti prostřednictvím vzájemného započtení pohledávek a závazků v různých měnách, které vznikají zejména u dceřiných společností v zahraničí v rámci velké holdingové společnosti. Při využití této metody společnosti sníží své transakční náklady a bankovní poplatky při konverzi měn. Techniku nettingu lze také využít na tzv. bilaterální netting. Tato technika vzniká mezi dvěma mezinárodními společnostmi a to způsobem, že si společnosti vzájemně započítávají své pohledávky a závazky, které vznikají z nákupu nebo prodeje zboží a služeb.

Leading a lagging – jsou techniky, které využívají společnosti při řízení své devizové expozice tak, že přizpůsobují své platy a inkasa dle očekávaného kurzu měny. V případě, kdy společnost očekává znehodnocení domácí měny vůči měně zahraniční, tak se bude snažit usilovat o splacení svých závazků v cizí měně před termínem splatnosti a tedy v tomto případě se bude jednat o leading. Za předpokladu, že společnost očekává zhodnocení domácí měny, bude usilovat naopak o zaplacení svých závazků až po době splatnosti. Tato strategie řízení měnového rizika se nazývá lagging.

Matching – obdoba techniky nettingu, jenom s tím rozdílem, že se zde nejedná pouze o započtení pohledávek a závazku v rámci holdingové společnosti jako tomu bylo u obyčejného nettingu, ale toto započtení zahrnuje i pohledávky a závazky vůči třetím stranám. Příjem v zahraniční měně, je tedy využit k platbám ve stejné měně, tím pádem je snížena měnová expozice a stejné zůstává jen výsledné saldo, které se zajišťuje pomocí finančních nástrojů.

Měnová diverzifikace – spadá do interních metod zajištění, jež je založena znalosti korelačních koeficientů mezi jednotlivými měnami. Společnosti zadržuje devizové buď to závazky, nebo pohledávky v měnách, jejichž spotové kurzy mají opačnou korelaci s domácí měnou. Tím si společnosti udrží stabilní hodnotu devizových pohledávek, případně závazků v domácí měně.

Cenová politika – je založena na obchodní smlouvě, která zahrnuje měnovou doložku, respektive tato doložka chrání společnost před ztrátou zapříčiněnou nepříznivým vývojem měnového kurzu. Podstatou této doložky je, že společnost na základě této smlouvy může ceny navyšovat a snižovat v závislosti na očekávaném nebo spotovém vývoji devizového kurzu.

Volba fakturační měny – Společnost si zvolí fakturovat ve své domácí měně, případně v měně jí korelačně podobné. Díky tomu se společnost vyhne vzniku měnové expozice.

3.2.2 Nezajištění a částečné zajištění

Jestliže společnost obchoduje se subjekty ze zahraničí, tak podstupuje měnové riziko. V případě, že nevyužívá žádného z měnového zajištění, tak volí tzv. pasivní strategii. Společnost v této situaci neprovádí žádné akce, které by zapříčinily snížení nebo úplnou eliminaci měnového rizika. V tomto případě ponechává svou devizovou expozici nekrytou a vystavuje se tak zcela měnovému riziku. Dojde-li k neočekávané negativní změně kurzu měny, společnost zinkasuje ztrátu, jestliže dojde k pozitivní změně měnového kurzu, společnost zinkasuje profit. Strategie nezajištěné měnové expozice slouží především ke srovnání s ostatními metodami zajištění.

O částečné zajištění měnového rizika společnosti se jedná tehdy, kdy se risk management společnosti rozhodne, že svou devizovou expozici zajistí částečně pomocí finančních derivátů a zbylou část nechá nezajištěnou. Část měnového rizika je vystavena vlivu volatility devizového kurzu. Tato metoda může mít pozitivní následek, jestliže nastane pozitivní změna devizového kurzu a společnost tím dosáhne profitu. V opačném případě pak společnost utrpí ztrátu.

3.2.3 Základní parametry zajišťovacích metod

Při využívání metod zajištění je důležité znát několik základních pojmů, které se využívají při počátku celého procesu zajištění.

- Střední hodnota

$$E(R_i) = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N R_i, \quad (3.1)$$

- Rozptyl

$$\text{var}(R_i) = \sum_{i=1}^N [R_i - E(R_i)]^2, \quad (3.2)$$

- Směrodatná odchylka

$$\sigma(R_i) = \sqrt{\text{var}(R_i)}, \quad (3.3)$$

kde $E(R_i)$ je střední hodnota, N vyjadřuje počet hodnot v časové řadě, (R_i) popisuje spojitě výnosy kurzu, $\text{var}(R_i)$ označuje rozptyl a $\sigma(R_i)$ označuje směrodatnou odchylku.

Spojité výnosy kurzu, lze zapsat následovně:

$$R_i = \ln \frac{S_{t+1}}{S_t}, \quad (3.4)$$

kde S_t označuje daný kurz v čase t a S_{t+1} vyjadřuje daný kurz v čase $t+1$.

3.3 Oceňování finančních derivátů

Při zajištění pomocí finančních derivátů má subjekt na výběr celou řadu těchto nástrojů. Důležitou úlohou při využívání této metody zajištění je jejich ocenění. Pro správné ocenění finančních derivátů je možné aplikovat základní tři princip, dle literatury Tichý (2006).

Jde o metody rovnovážného přístupu, princip nemožnosti arbitráže a rizikově neutrální princip. Aby tyto modely oceňování aktiv byly funkční, vyžadují několik obecných předpokladů, mezi které patří dokonalý trh, respektive aby takovýto trh existoval, je třeba splňovat tyto požadavky nulové daně, nulový spread, neomezený krátký prodej, nekonečná dělitelnost aktiv, nulové transakční náklady a nulové požadavky na marži. Dalšími předpoklady jsou neexistence nebezpečí úpadku, nenasycenost tržních subjektů, subjekty jsou pouze příjemci cen a jsou racionální s optimálním chováním. Jestliže nastane porušení některého z těchto předpokladů, bude mít výsledná cena podobu intervalu.

Rovnovážná přístup – základem je rovnováha mezi nabídkou a poptávkou. Správná cena aktiva je teoreticky odpovídající ceně, u které platí, že celková poptávka po aktivu dosahuje stejného množství jako celkové množství nabízeného daného aktiva. Tento princip je využíván v případech, kdy není možné sestavit matematický model, který by byl schopen cenu aktiva určit minimálně stejně přesně jako trh.

Rizikově neutrální přístup – předpokládá, že všichni investoři mají neutrální postoj k riziku. Cena aktiva se následně určí na základě diskontování peněžních toků, které aktivum generuje a to bezrizikovou sazbou. Vzhledem k neutrálnímu postoji k riziku všech investorů znamená, že systematická část rizika nehraje při vytyčování výnosů nejmenší roli.

Vzhledem k tomu, že v této práci budou při oceňování finančních derivátů využívány principy vycházející z nemožnosti arbitráže, tak je potřebné si tento princip charakterizovat trochu detailněji. Vychází se zde z literatury Tichý (2006).

Princip nemožnosti arbitráže

Tento oceňovací přístup nemožnosti arbitráže vychází z předpokladů, že za určitých podmínek existuje pro určitá aktiva jen jedna jedinečná cena, díky které je zamezeno tržní arbitráži. Za arbitráž je ve finančnictví považován stav, kdy subjekt dokáže dosáhnout vyššího zisku, než je zisk bezrizikového výnosu a to bez podstoupení rizika.

Princip nemožnosti arbitráže lze využít zejména u finančních derivátů, jejichž hodnotu lze odvodit díky znalosti ceny podkladového aktiva. Cílem tohoto principu je nalézt takové portfolio, které bude bezrizikové, na základě kombinace finančních derivátů a daného počtu primárních aktiv.

Při využití principu nemožnosti arbitráže, kde se uvažuje se spojitým úročením a výnos je rovný bezrizikové sazbě, pak hodnotu portfolia lze vyjádřit následovně:

$$\Pi_T = \Pi_t \cdot e^{R_f \cdot (T-t)}, \quad (3.5)$$

kde Π_t vyjadřuje hodnotu portfolia v čase uzavření kontraktu t , Π_T vyjadřuje hodnotu portfolia v čase realizace T , $e^{R_f \cdot (T-t)}$ je spojitý úročitel, R_f vyjadřuje bezrizikovou sazbu.

Za předpokladu, že by došlo k porušení vztahu (3.1), kdy $\Pi_T > \Pi_t \cdot e^{R_f \cdot (T-t)}$, tedy výnos portfolia je za určitý časový okamžik $T-t$ vyšší než bezrizikový výnos, pak je narušena podmínka nemožnosti arbitráže a daný trh by přilákal tzv. arbitrážisty. Jejich cílem je z dané situace vytěžit co nejvyšší zisk tak, že si za bezrizikovou sazbu R_f vypůjčí co nejvyšší obnos a poté tento obnos a investují do bezrizikového portfolia, které nabízí tuto příležitost. Těmito investicemi vzniká tlak na zvýšení ceny portfolia, jelikož vzniká převis poptávky nad nabídkou, ve finálním důsledku dojde časem ke srovnání výše zmíněného vztahu, respektive dojde k obnovení vztahu $\Pi_T = \Pi_t \cdot e^{R_f \cdot (T-t)}$, a tím výnos portfolia bude opět bezrizikový.

Podobný efekt by nastal v případě, kdy $\Pi_T < \Pi_t \cdot e^{R_f \cdot (T-t)}$, v takovémto případě by hodnota portfolia měla nižší výnos, než je výnos bezrizikový. Opět jistá skupina subjektů na trhu by tuto situaci mohla využít k obohacení a to tak, že by využila krátký prodej portfolia a tyto prostředky investovala za bezrizikovou sazbu. Zde dochází k převisu nabídky nad poptávkou, což způsobí tlak na pokles ceny portfolia a opět vznikne tržní rovnováha.

3.3.1 Oceňování swapového kontraktu na měnu

Swap je termínová smlouva, kde se obě zúčastněné strany zavazují vyměnit si dohodnutá podkladová aktiva za předem stanovených podmínek v předem známých budoucích termínech.

Swap je v podstatě spojením několika forwardových kontraktů uzavřených v jednom časovém okamžiku s různými časovými okamžiky vypořádání. Výměna peněžních toků v případě swap kontraktu se v čase opakuje. Vzhledem k tomu, že swap kontrakt vychází z forwardového kontraktu, tak v první části této podkapitoly bude popsán postup k výpočtu forwardu a následně swapu.

Cena měnového forwardu se odvíjí od kurzu na spotovém trhu a úrokového diferenciálu, kde úrokový diferenciál značí rozdíl mezi úrokovou sazbou pro domácí a zahraniční měnu.

Při oceňování měnového forwardu se vychází z principů nemožnosti arbitráže, což lze zapsat následovně:

$$\Pi_T = \Pi_t \cdot e^{R_d \cdot (T-t)}, \quad (3.6)$$

kde Π_t vyjadřuje hodnotu portfolia v čase uzavření kontraktu t , Π_T vyjadřuje hodnotu portfolia v čase realizace T , $R_f \cdot (T-t)$ je spojitý úročitel, R_d vyjadřuje domácí bezrizikovou sazbu.

Po dosažení do arbitrážní rovnice 3.6 platí:

$$f_{t,T} \cdot Q \cdot e^{R_d \cdot (T-t)} = (X - S_t \cdot e^{(R_d - R_f) \cdot (T-t)}) \cdot Q, \quad (3.7)$$

kde $F_{t,T}$ označuje hodnotu forwardu v čase t a splatnosti T , Q vyjadřuje množství cizí měny, S_t je hodnota cizí měny, X vyjadřuje realizační cenu a R_f vyjadřuje bezrizikovou sazbu zahraniční měny.

Lze upravit a získat tak hodnotu měnového forwardu pro krátkou pozici:

$$f_{t,T} = X \cdot e^{-R_d \cdot (T-t)} - S_t \cdot e^{-R_f \cdot (T-t)} \quad (3.8)$$

Vzhledem k tomu, že při vzniku forwardu je výchozí hodnota nulová, tedy $f_{t,T} = 0$, tak je možné stanovit realizační cenu forwardu pro krátkou i dlouhou pozici následovně:

$$X_T = S_t \cdot e^{(R_d - R_f) \cdot (T-t)} \quad (3.9)$$

V případě dlouhé pozice, lze vzorec upravit a určit tak hodnotu forwardu pro dlouhou pozici při respektování principu nemožnosti arbitráže následovně:

$$f_{t,T} = S_t \cdot e^{-R_f \cdot (T-t)} - X \cdot e^{-R_d \cdot (T-t)} \quad (3.10)$$

Swapový kontrakt je tvořen řadou forwardových kontraktů, dle (Jílek, 2002) lze swap kontrakt definovat následovně:

$$sw_{t,T} = \sum_{ti}^T f_{t,ti}, \quad (3.11)$$

kde $f_{t,ti}$ je hodnota forwardového kontraktu, po dosažení vzorce 3.8 do 3.11 se získá hodnota swapového kontraktu, tedy:

$$sw_{t,T} = \sum_{ti}^T X \cdot e^{-Rd \cdot (T-t)} - S_t \cdot e^{-Rf \cdot (T-t)} \quad (3.12)$$

Realizační cena swapového kontraktu je určena tak, že hodnota swapu v čase t_0 je rovna nule. Na základě daného předpisu lze realizační cenu určit následovně:

$$X = S_0 \frac{\sum_{ti}^T e^{-Rf \cdot (ti-t)}}{\sum_{ti}^T e^{-Rd \cdot (ti-t)}} \quad (3.13)$$

3.3.2 Oceňování opce na měnu

Měnová opce představuje vlastníkovvi právo, nikoli povinnost, provést ve stanovenou dobu a za předem stanovených podmínek nákup nebo prodej předem stanoveného množství deviz. Jestli majitel měnové opce využije právo na uplatnění opce, záleží na tom, jaký bude aktuální spotový kurz v době expirace, respektive racionální subjekt uplatní opci v případě, že bude z tohoto rozhodnutí profitovat. Za získání opčního práva volby majitel opce platí tzv. opční prémii, která se určuje buď na jednotku podkladové měny, nebo procentuálně.

V kapitole 2.2.5 bylo popsáno základní rozdělení opcí. Vzhledem k tomu, že společnost v této práci je v dlouhé devizové pozici, je příhodné využít a detailněji popsat put opci.

Put opce na měnu

Tato opce slouží k účelům zajištění měnového rizika na základě nepříznivého vývoje měnového kurzu. Obecně lze oceňovat opce pomocí tří základních přístupů:

- **analytický přístup** - analytické metody jsou prováděny na základě matematických výpočtů odvozených od vzorce. Mezi tyto metody spadá spojitý Blackův a Scholesův model oceňování opcí,
- **numerický přístup** – na tento přístup se nahlíží jako na aproximaci výpočtu ceny opce v diskrétním čase. Výsledek má jen přibližnou přesnost. Mezi numerické modely patří binomický model, trinomický a multinomický model oceňování opcí. Tyto modely lze využít pro oceňování opcí jak evropských tak amerických.

- **simulační přístup** – základem toho přístupu je simulace náhodného vývoje ceny podkladového aktiva, díky kterému je dále určena cena opce. Zástupcem tohoto přístupu je metoda Monte Carlo.

Blackův a Scholesův model

Blackův a Scholesův model je jedním z nejvíce využívaných při oceňování a replikaci opcí. Tento model umožňuje analytickým řešením stanovit cenu určitých typů opcí. Základními předpoklady BS modelu dle Tichý (2006) a Zmeškal (2013) jsou:

- konstantní bezriziková sazba pro všechny časy na splatnosti,
- konstantní volatilita podkladového aktiva,
- možnost krátkého prodeje s plným využitím výtěžku,
- spojitě obchodování s nekonečně dělitelnými aktivy
- předpoklad ideálního kapitálového trhu
- neexistence transakčních nákladů a daní
- nemožnost arbitráže
- vývoj cen dle geometrického Brownova pohybu s logaritmickými cenami
- nezávislost cen na očekávajících výnosech
- neexistence výplaty dividend po dobu existence opce.

Dle Black Scholesova modelu je možné cenu call opce na měnu, při dodržení výše zmíněných předpokladů, určit následovně:

$$c = e^{-r_f \cdot T} S_0 \cdot N(d_1) - e^{-rd \cdot T} \cdot X \cdot N(d_2), \quad (3.14)$$

kde

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{X}\right) + \left(r_d - r_f + \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot T}{\sigma \cdot \sqrt{T}}, \quad (3.15)$$

a dále

$$d_2 = d_1 - \sigma \cdot \sqrt{T}, \quad (3.16)$$

Cena evropské put opce na měnu se poté určí následovně:

$$p = e^{-rd \cdot T} \cdot X \cdot N(-d_2) - e^{-r_f \cdot T} \cdot S_0 \cdot N(-d_1) \quad (3.17)$$

kde c, p vyjadřují ceny evropských call a put opcí, $e^{-r \cdot T}$ je spojitý diskontní faktor, r_f vyjadřuje zahraniční bezrizikovou sazbu a r_d vyjadřuje domácí bezrizikovou sazbu, S_0 značí výchozí cenu podkladového aktiva, X je realizační cena, T značí dobu do zralosti opce, σ vyjadřuje roční směrodatnou odchylku spojitého výnosu podkladového aktiva, $N(d_1), N(d_2)$ vyjadřují hodnotu funkce kumulativního normovaného normálního rozdělení.

4 Aplikace vybraných metod zajištění měnového rizika

Tato kapitola zahrnuje praktickou část diplomové práce. Jsou zde aplikovány teoretické poznatky z druhé a třetí kapitoly. Zajištění měnového rizika bude probíhat pomocí swap kontraktu a put opce.

V první části bude stručně charakterizována společnost ArcelorMittal Tubular Products Karviná a.s., popsány její hlavní činnosti, tržby, devizová pozice a vstupní parametry potřebné k zajištění. Následně bude predikována volatilita měnového kurzu pomocí modelu EWMA a dle průměrné volatility z historické časové řady. Dále bude vytvořena simulace vývoje měnového kurzu na bázi geometrického Brownova procesu pro 3. scénáře, kde jednotlivé scénáře se od sebe liší vstupními parametry, kterými jsou směrodatná hodnota a trend. V případě prvního scénáře je směrodatná hodnota vypočtena jako průměrná hodnota historické směrodatné odchylky. V případě scénáře druhého je směrodatná odchylka vypočtena pomocí modelu EWMA, kde vznikl adaptační proces a směrodatná odchylka se v čase mění. Pro první i druhý scénář je trend vypočítán jako průměrná střední hodnota výnosů historických dat. V případě třetího scénáře je směrodatná odchylka vypočtena také pomocí modelu EWMA, ale změna je v parametru trend, kde se očekává, že česká koruna začne od počátku 4. měsíce zrychlovat na posilování z důvodů toho, že trh očekává zvyšování úrokových sazeb. Následně jsou oceněny vybrané finanční deriváty, vypočtené roční efekty z příslušného zajištění a v závěru práce jsou jednotlivé efekty srovnány dle vybraných kritérií.

4.1 Profil společnosti ArcelorMittal Tubular Products Karviná a.s.

Obchodní jméno:	ArcelorMittal Tubular Products Karviná a.s.
Právní forma:	akciová společnost
Datum vzniku:	založení v roce 1918 a současnou právní formu má od roku 1993
Sídlo:	Rudé armády 471, 733 23 Karviná - Hranice
Základní kapitál:	602.000.000 Kč
Vlastnický podíl:	ArcelorMittal Ostrava a.s. 100%
Generální ředitel:	Ing. René Fabík

Společnost ArcelorMittal Tubular Products Karviná a.s. byla založena zakladatelskou listinou jako akciová společnost dne 1. března 1993 a vznikla zapsáním do obchodního rejstříku Krajského soudu v Ostravě dne 23. března 1993. Dne 1. března 2008 došlo ke změně názvu společnosti na ArcelorMittal Tubular Products Karviná a.s. Předmětem podnikání společnosti

je výroba a hutní zpracování železa a oceli. Společnost se již od svého vzniku v roce 1993 zabývá výrobou a prodejem ocelových svařovaných tenkostěnných trubek a profilů uzavřených a otevřených. V posledních letech se část výroby zaměřuje na výrobu a prodej přesných trubek tažených a kalibrovaných určených především do automobilového průmyslu.

Hlavní aktivity

Společnost se zabývá výrobou a prodejem hutních polotovarů v sortimentu:

- závitové trubky ocelové svařované v provedení černém, pozinkovaném a lakovaném pro vedení médií (voda, plyn),
- svařované konstrukční trubky určené pro běžné konstrukční účely,
- svařované ocelové trubky přesné za studena tažené nebo kalibrované, které se užívají ve strojírenství, topenářských systémech, nábytkářství, automobilovém průmyslu, apod.,
- ocelové tenkostěnné profily uzavřené a otevřené, které se používají jako prvky v lehkých konstrukcích,
- závitové trubky s úpravou konců pro mechanické spojky,
- svařované kalibrované trubky pro konstrukční prvky v automobilovém průmyslu.

V zájmu zajištění plynulosti a komplexnosti celého výrobního procesu však společnost zajišťuje vlastními silami také celou řadu dalších činností v oborech energetika, doprava a údržba.

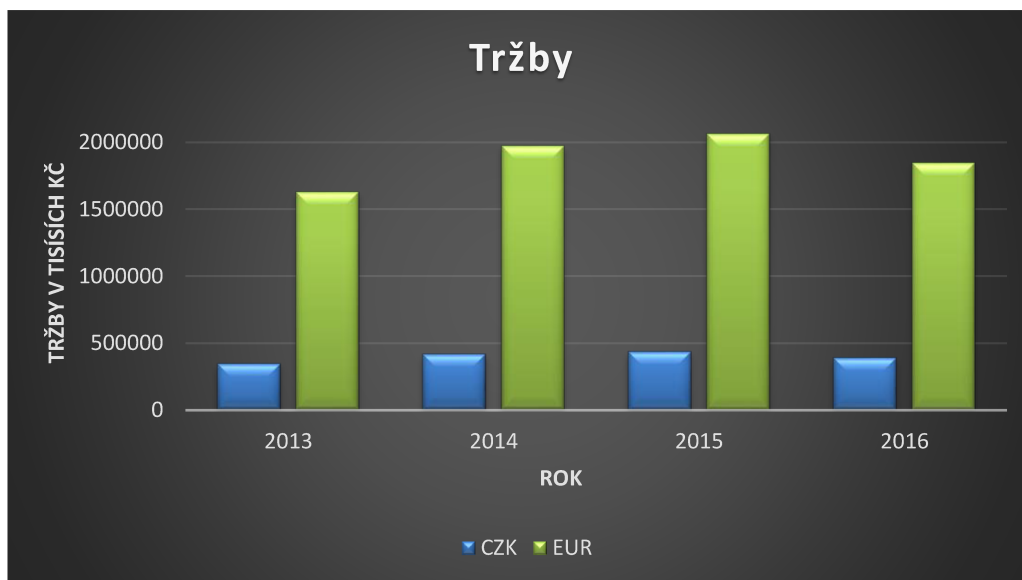
Společnost ArcelorMittal Tubular Products Karviná a.s. je od roku 2012 rozdělena na dva výrobní závody, neboli na dvě strategické obchodní jednotky a to SBU Mechanical a SBU Automotive. V roce 2017 společnost zaměstnávala průměrně 382 zaměstnanců.

V současné době společnost spolupracuje na pravidelné bázi s více než 100 tuzemskými a 150 exportními zákazníky ve 25 evropských zemích. Mezi nejvýkonnější trhy patří Německo, Polsko, Slovensko, Francie, Holandsko a Švýcarsko. Exportní prodeje jsou realizovány prostřednictvím ArcelorMittal prodejních kanceláří v německém Duisburgu, slovenských Košicích, polském Krakově, rumunském Iasi, italském Miláně, Luxemburgu, britském Solihullu a finském Turku.

Společnost inkasuje 81% tržeb v eurech, 19% v českých korunách. Měnové riziko je částečně eliminováno nákupem materiálu ke zpracování od zahraničních dodavatelů. Materiál pro výrobu je z velké části dovážen ze zahraničních zemí platící eurem a činní 79% celkových

nákladů společnosti. Náklady v českých korunách dosahují 21% celkových nákladů společnosti. Společnost část devizového rizika eliminuje interním zajištěním tak, že pohledávky v eurech jsou z velké části zajištěny závazky v eurech. Osobní náklady jsou hrazeny v českých korunách.

Graf. 4.1 Tržby společnosti od roku 2013 do 2016 v tis. Kč



Zdroj: Vlastní zpracování

Devizová pozice

ArcelorMittal Karviná se tedy na spotovém trhu nachází v dlouhé devizové pozici, respektive v budoucnu se očekává vyšší příjem v eurech než výdaje v téže měně. Měnové riziko představuje posilování kurzu CZK vůči EUR, což by mělo za následek snížení jak hospodářského výsledku, tak snížení cash-flow a následné likvidity společnosti.

Společnost v současnosti využívá pasivní strategii zajištění, respektive nevyužívá žádnou z metody zajištění měnového rizika. Vzhledem k dlouhodobé fixaci CZK vůči EUR ze strany ČNB společnost zajištění prozatím nepokládala na nutné. V současné době zvyšujících se úrokových sazeb a posilující koruny společnost začíná zvažovat možnost měnového zajištění pomocí swap kontraktu nebo put opce.

4.2 Vstupní údaje a popis problematiky

V první řadě je potřeba zrekapitulovat řešený problém a určit základní vstupní údaje. Společnost ArcelorMittal Tubular Products Karviná a.s. jak již bylo zmíněno výše, se nachází v dlouhé devizové pozici. Ceny výrobku vyvážených do zahraničí jsou vyjádřeny

v konstantních cenách v měně EUR. V případě nepříznivého vývoje kurzu CZK/EUR by společnost inkasovala nižší příjmy vyjádřené v CZK.

Při zajišťování měnového rizika se vychází z cash flow plánu pro rok 2018. Tabulka 4.1 popisuje měsíční plán zahraničních příjmů a výdajů v měně Euro.

Tab. 4.1 Plán devizové expozice společnosti v tis. Euro

měsíc	příjmy	výdaje	suma (příjmy - výdaje)
1	6 954	6 588	367
2	3 624	3 232	392
3	5 515	4 637	878
4	5 203	4 889	315
5	6 210	5 521	690
6	6 419	5 221	1 197
7	6 800	5 594	1 207
8	6 244	5 576	669
9	4 706	4 475	231
10	6 228	5 946	282
11	5 683	5 168	516
12	6 378	5 810	568
celkem za rok	69 966	62 655	7 311

Zdroj: Interní data

Zde je zřejmé, že společnost očekává kladný rozdíl mezi plánovanými příjmy a výdaji v cizí měně během každého měsíce roku 2018. Celkové roční očekávané příjmy společnosti činní 69 966 tisíc EUR a očekávané výdaje 62 655 tisíc EUR. Roční devizová pozice je pak rovna rozdílu těchto dvou částek a to 7 311 tisíc EUR. Podnik tedy bude v dlouhé devizové pozici.

Následující tabulka 4.2 popisuje objem zajišťovaných prostředků pro jednotlivé měsíce.

Tab. 4.2 Objem zajišťovaných částek na jednotlivé měsíce v tis. EUR

měsíc	Zajišťovaná částka
1	300
2	300
3	300
4	300
5	1000
6	1000
7	1000
8	300
9	300

10	300
11	300
12	300
celkem	5700

Zdroj: Interní materiál

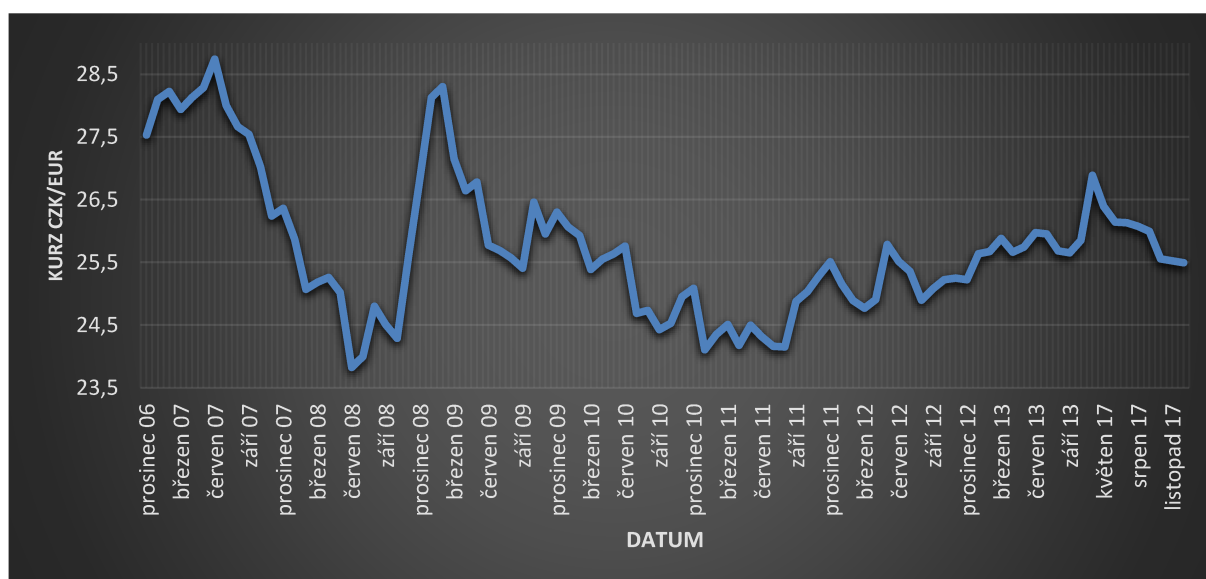
Z tab. 4.2 lze vyčíst, že zajišťované částky jsou nižší, než očekávaná devizová expozice společnosti pro jednotlivé měsíce. Objem celkové devizové pozice dle plánu odpovídá hodnotě 7 311 tisíc EUR, kdež to celková zajišťovaná částka činí 5 700 tisíc. EUR, což odpovídá 78% celkové devizové pozice.

4.3 Predikce volatility měnového kurzu

Volatilita měnového kurzu je predikována pomocí modelu EWMA, který je popsán v kapitole 2.3.4 a dle průměrné volatility z historické časové řady, která je popsána v kapitole 3.2.3. Při predikci bylo vycházeno z měsíčních historických dat od ledna 2007 do října 2013 a od dubna 2017 do prosince 2017. Od 7. listopadu 2013 do dubna 2017 ČNB prováděla intervence na devizovém trhu, čímž byla výrazně ovlivněna jak volatilita, tak i měnový kurz CZK/EUR, z toho důvodu nebyly tyto data zahrnuty do historických dat vhodných k predikci měnového kurzu. Vybraná časová řada tedy obsahuje měsíční kurzy CZK/EUR k poslednímu dni daného měsíce.

V Grafu 4.2 je tedy zachycen měsíční vývoj měnového kurzu od ledna 2007 do prosince 2017, kromě měsíců během kterých ČNB uměle držela kurz na úrovni 27 CZK/EUR.

Graf. 4.2 Historický měsíční kurz CZK/EUR použitý k predikci



Zdroj: ČNB, vlastní zpracování

Dle grafu 4.2 lze vidět výrazné posílení české měny od počátku roku 2007 až do poloviny roku 2008. Od konce roku 2008 česká koruna vůči euru oslabila, což měla za následek finanční krize. Jak jde vidět v grafu 4.2, chybí data, během kterých byl kurz a volatilita ovlivněna intervencemi ČNB. Od května 2017, kdy ČNB opustila od fixního kurzu, česká koruna posiluje a konec roku 2017 završila na hodnotě 25,5 CZK/EUR.

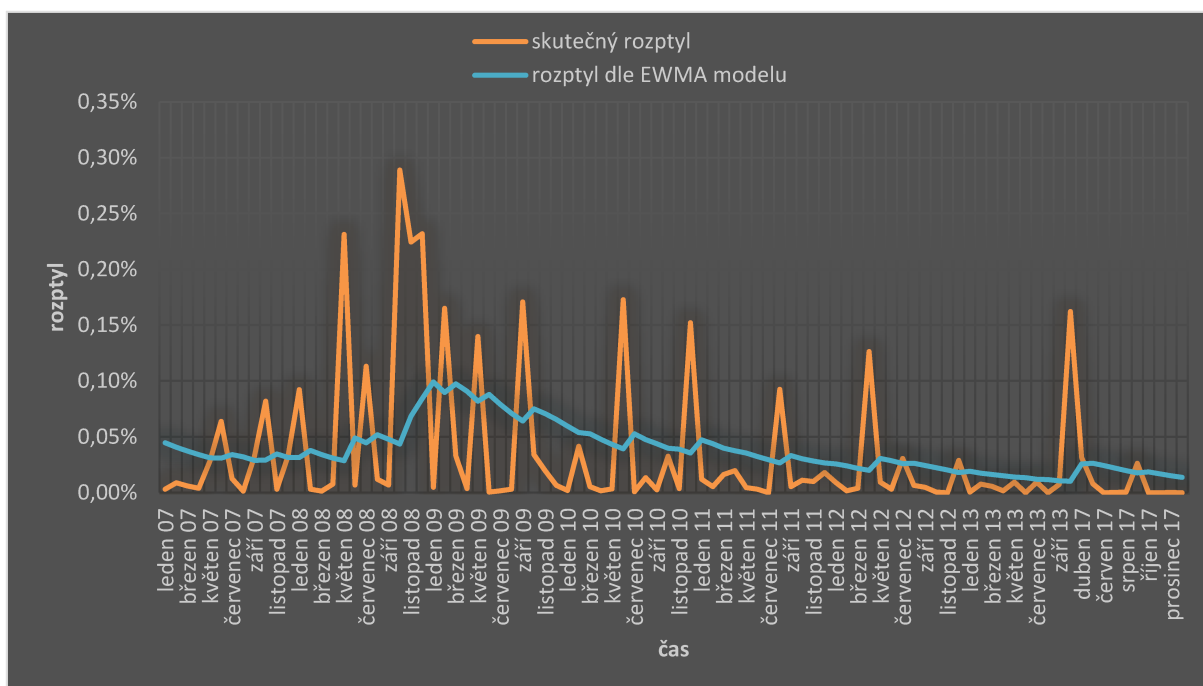
Pro predikci volatility je využito 92 měsíčních historických dat z databáze ČNB. Predikce volatility pomocí modelu EWMA je řešena jako optimalizační úloha finančního programování pomocí funkce řešitel v programu MS Excel. Účelová funkce tohoto finančního modelování je formulována ve vzorci 2.38. Účelovou funkce vyjadřuje minimalizaci kritéria RMSE. Nastavení omezujících podmínek je, že parametr λ musí se nacházet v intervalu $\langle 0,1 \rangle$. V případě že parametr λ je roven 1, pak se jedná o homoskedasticitu. Jestliže se parametr λ nerovná 1, jde o adaptační proces a rozptyl je závislý na čase.

Při výpočtu volatility je v první řadě důležité vypočítat výše spojitých měsíčních výnosů z vybrané časové řady kurzu CZK/EUR dle vzorce (3.4). Následně je vypočtena střední hodnota spojitých výnosů v programu Excel za pomoci funkce PRŮMĚR. Střední hodnota je rovna -0,08%. Jelikož mezi základními podmínkami modelu EWMA je předpoklad nulové střední hodnoty spojitých výnosů, je zapotřebí výnosy tzv. očistit od vypočteného rozdílu, respektive každého jednotlivého měsíčního výnosu je odečtena hodnota -0,08%. Dále za pomoci druhé mocniny očištěných měsíčních výnosu je vypočtena skutečná hodnota rozptylu Rt^2 . Následně je vypočten predikovaný rozptyl, predikovaná směrodatná odchylka $\sigma_{t,t-1}$ a chyba predikce Zt . V poslední části je sestavena účelová funkce a omezující podmínky. Za pomoci využití funkce ŘEŠITEL je vypočtený parametr λ .

Výsledná hodnota parametru λ je rovna 0,8985, z čehož plyne, že λ není rovna 1 a tedy se nejedná o homoskedasticitu. Rozptyl měnového kurzu tedy není konstantní a je závislý na čase. V příloze číslo 1 se nachází detailní výpočet volatility za pomoci modelu EWMA.

Graf 4.3 znázorňuje skutečný a predikovaný rozptyl dle modelu EWMA.

Graf 4.3 Vývoj skutečného a predikovaného rozptylu dle modelu EWMA



Zdroj: Vlastní zpracování

4.4 Simulace vývoje měnového kurzu

Na základě historických dat je za pomoci simulační metody Monte Carlo na bázi geometrického Brownova pohybu (viz. podkapitola 2.3.3) predikován vývoj kurzu CZK/EUR na rok 2018. Simulace je provedena pro 1 000 náhodných scénářů na období jednoho roku ve 12 krocích.

V rámci práce jsou vytvořeny tři varianty:

- 1. varianta – simulace měnového kurzu s konstantní volatilitou
- 2. varianta – simulace měnového kurzu s podmíněným rozptylem vypočteným pomocí modelu EWMA
- 3. varianta – simulace měnového kurzu s podmíněným rozptylem a rostoucím trendem

4.4.1 Simulace měnového vývoje pro 1. variantu

Prvním krokem při simulaci měnového vývoje s konstantním rozptylem je vygenerování náhodných čísel z normovaného normálního rozdělení $N(0,1)$ s počtem scénářů 1000. Vygenerování náhodných čísel je provedeno pomocí Generátoru pseudonáhodných čísel v programu MS Excel. Do generátoru jsou zadány parametry dle následujícího: počet proměnných 12, počet náhodných čísel ke každému měsíci je 1000, střední hodnota je rovna 0,

směrodatná odchylka je 1 a typ rozdělení je normální. Následně je vypočtena simulace měnového kurzu pomocí vzorce 2.31.

Tabulka níže obsahuje vstupní parametry pro simulaci měnového kurzu CZK/EUR na rok 2018 při konstantním rozptylu.

Tab. 4.3 Vstupní parametry pro simulaci měnového kurzu s konstantním rozptylem

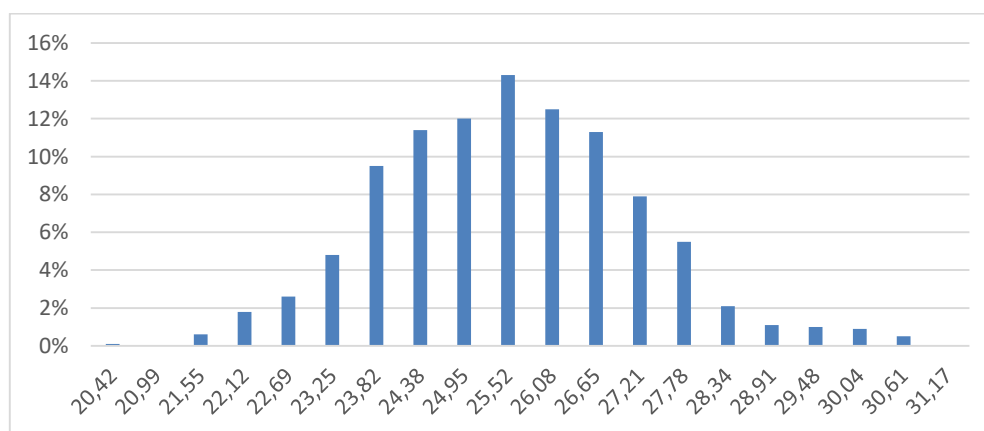
Vstupní parametry	
roční střední hodnota výnosů (trend)	-1,01%
roční směrodatná odchylka	6,54%
časový interval	0,0833
výchozí cena měnového kurzu EUR/CZK	25,495
počet kroků	12

Zdroj: Vlastní zpracování

Střední hodnota výnosů je vypočtena dle vzorce 3.1 a v programu Excel za pomoci funkce PRŮMĚR, kde výsledná hodnota byla vynásobena dvanácti, tak aby výsledná hodnota odpovídala roční střední hodnotě výnosů. Roční směrodatná odchylka je vypočítána z měsíčního rozptylu (vzorec 3.2 a 3.3), který v programu Excel je vypočítán za pomoci funkce VAR.P. Následně je výsledek vynásoben dvanácti a poté odmocněn. Délka jednoho kroku, respektive časový interval je jedna dvanáctina roku, tedy jeden měsíc. Výchozí cena kurzu je na úrovni 25,495 CZK/EUR k poslednímu dni v roce 2017. Počet kroků je určen na 12, tedy předpověď měnového kurzu na celý rok 2018.

Graf 4.4 znázorňuje ukázkou rozdělení hustoty pravděpodobnosti simulovaného měnového kurzu EUR/CZK pro tisíc možných scénářů na měsíc prosinec v roce 2018.

Graf 4.4 Rozdělení pravděpodobnosti simulovaného měnového kurzu pro 1. variantu

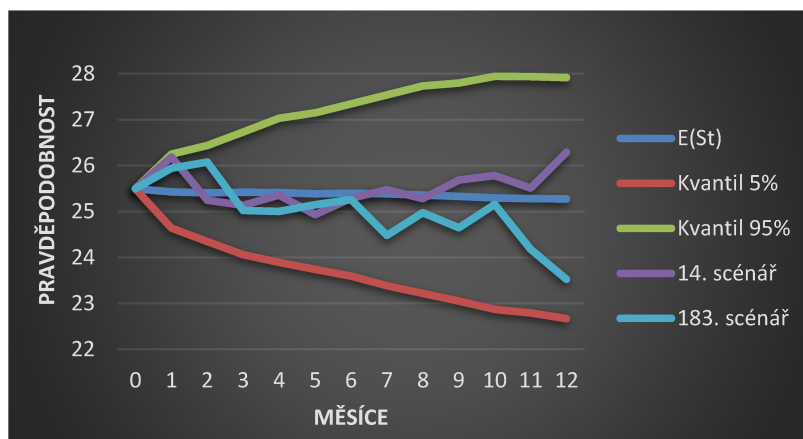


Zdroj: Vlastní zpracování

Hustota rozdělení pravděpodobnosti simulovaného kurzu vyjadřuje, s jakou pravděpodobností se bude hodnota vyskytovat v daném intervalu. Je vytvořeno 20 intervalů, kde jednotlivé intervaly se vypočítají v programu Excel za pomoci funkce MIN a MAX, tak že pomocí první funkce je nalezena nejnižší hodnota z daného souboru náhodných prvků pro daný měsíc a pomocí funkce MAX je nalezena nevyšší hodnota z daného souboru. Odečtením nejnižší hodnoty od nejvyšší a posléze vydělením číslem 19 je zjištěna hodnota ekvidistantních intervalů pro simulovaný měnový kurz. Následně pomocí funkce ČETNOSTI je zjištěn počet simulovaných hodnot v jednotlivých intervalech. Z grafu 4.4 je viditelné, že největší počet hodnot pro měsíc prosinec roku 2018 je v intervalu 24,95 až 26,08 CZK/EUR.

Graf 4.5 znázorňuje očekávanou střední hodnotu měnového kurzu pro 1. scénář. Dále jsou vypočteny horní a dolní kvantily, kde horní kvantil je nastaven na hranici 95% a spodní na hranici 5%, tedy s pravděpodobností 95% bude predikovaný kurz nižší, než je horní kvantil a naopak z 95% pravděpodobností bude predikovaný měnový kurz vyšší, než je hranice spodního kvantilu.

Graf 4.5 Simulace měnového kurzu CZK/EUR pro rok 2018



Zdroj: Vlastní zpracování

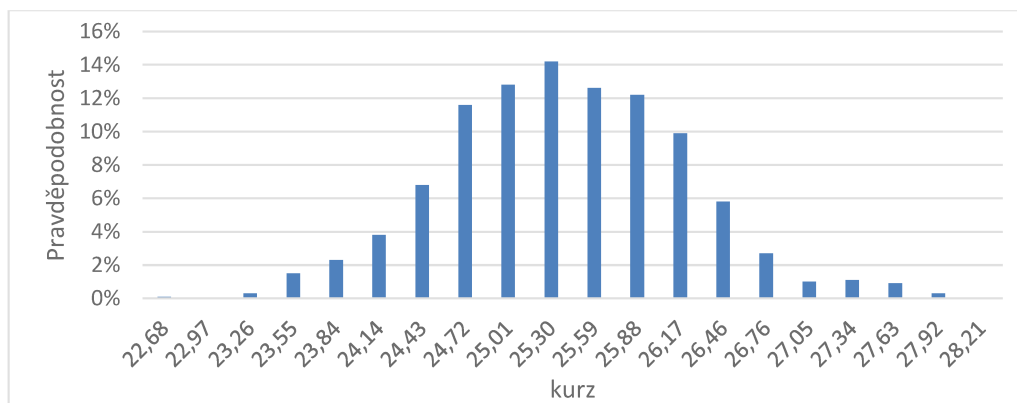
4.4.2 Simulace měnového vývoje pro 2. variantu

U simulace s dynamickým rozptylem zůstávají všechny vstupní parametry až na směrodatnou odchylku stejné jako u simulace s konstantním rozptylem. Směrodatná odchylka je v tomto případě propočítaná na každý měsíc (krok) individuálně pomocí modelu EWMA. Je pracováno s 1000 scénáři stejně jako v simulaci předchozí. Rozptyl je pro každý jednotlivý měsíc vypočten pomocí vzorce 2.37.

Dále je postupováno totožně jako u simulace s konstantním rozptylem. Tedy simulovaná budoucí hodnota kurzu je vyjádřena pomocí rozdělení pravděpodobnosti měnového kurzu. Kde

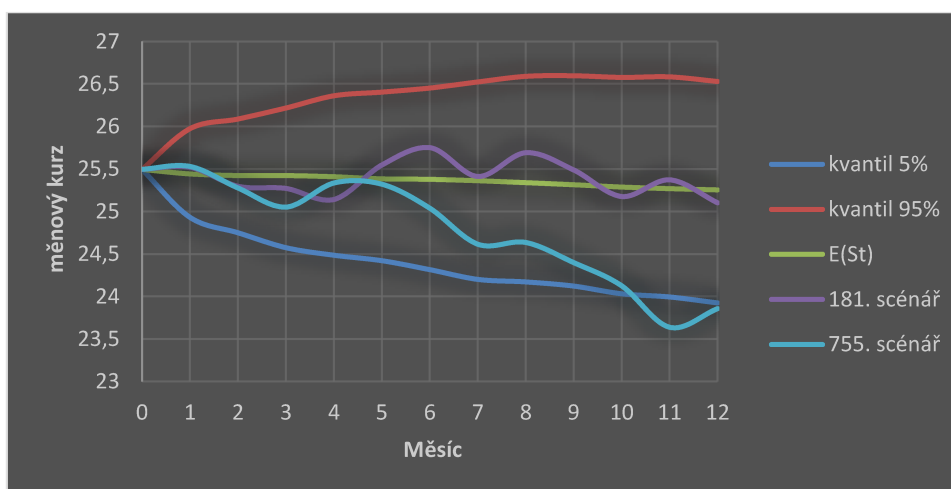
byla vypočtena opět nejnižší a nejvyšší hodnota v daném měsíci a následně určeno 20 ekvidistantních intervalů. Následně pomocí funkce ČETNOSTI je zjištěn počet simulovaných hodnot v jednotlivých intervalech. Z grafu 4.6 je viditelné, že největší počet hodnot pro měsíc prosinec roku 2018 na úrovni 25,3 CZK/EUR.

Graf 4.6 Rozdělení pravděpodobnosti měnového kurzu pro 2. variantu



Následující graf 4.7 zobrazuje očekávaný vývoj měnového kurzu při naplnění 2. scénáře.

Graf. 4.7 Očekávaný vývoj měnového kurzu 2. varianty



Zdroj: Vlastní zpracování

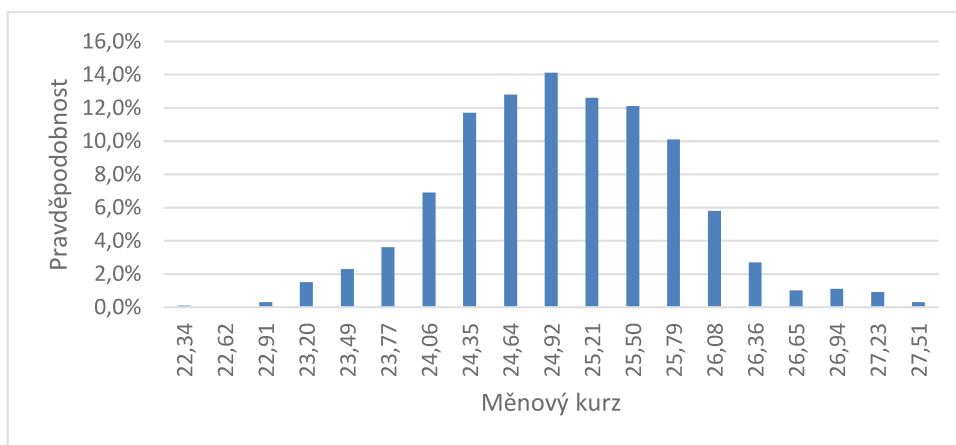
4.4.3 Simulace měnového vývoje pro 3. variantu

U simulace kurzu s podmíněným rozptylem a dynamickým trendem jsou vstupní parametry stejné jako u simulace 1. varianty, tedy u simulace s konstantním rozptylem, kromě směrodatné odchylky a střední hodnoty výnosu. Směrodatná odchylka je vypočtena stejně jako v 2. variantě podle modelu EWMA pro každý krok individuálně. Střední hodnota výnosů v tomto případě je v průběhu roku jiná. Bere se v úvahu předpoklad, že první 3 měsíce roku

2018 zůstává střední hodnota na úrovni 1,01%, která byla vypočtena dle průměru historických dat, ale od března roku 2018 se bude zvyšovat na úroveň 3%, jelikož dle předpokladu ČNB plánuje zvyšovat úrokové sazby. Již při pouze zmínce o zvyšování sazeb ze strany ČNB trh ihned reaguje a měna začne posilovat (viz kapitola 2.3.5 determinace krátkodobého měnového kurzu). Dále je postup totožný s varianty 1 a 2.

Graf. 4.8 zobrazuje rozdělení pravděpodobnosti pro 3. variantu za měsíc prosinec roku 2018.

Graf 4.8 Rozdělení pravděpodobnosti měnového kurzu pro 3. variantu

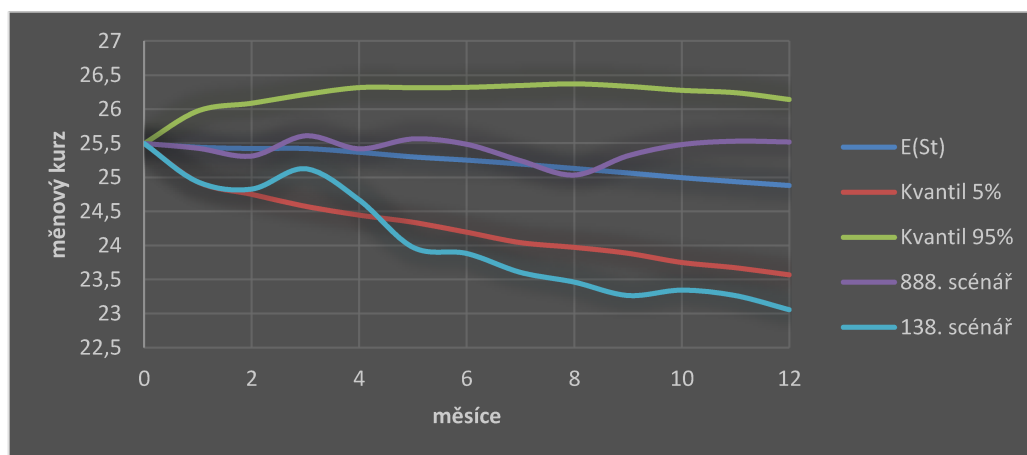


Zdroj: Vlastní zpracování

Z grafu lze vyčíst, že s nejvyšší pravděpodobností 14,1% bude měnový kurz pro měsíc prosinec roku 2018 na úrovni 24,92 CZK/EUR. Dle simulace s 1 000 scénářů hodnota kurzu může dosahovat pro daný měsíc až 27,51 EUR/CZK s pravděpodobností 0,3% a minimální hodnota bude na úrovni 22,34 CZK/EUR s pravděpodobností 0,1%.

, Graf 4.9 znázorňuje očekávaný vývoj měnového kurzu během roku 2018.

Graf 4.9 Očekávaný vývoj měnového kurzu 3. varianta

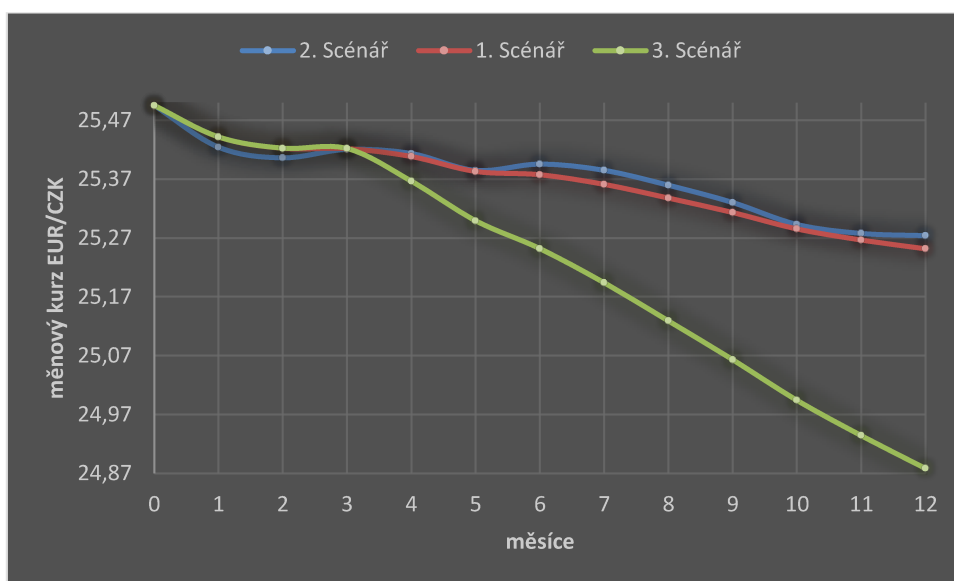


kde $E(St)$ je střední hodnota očekávaného měnového kurzu, kvantil 5% určuje hranici, pod kterou by měnový kurz se neměl dostat s pravděpodobností 95% a kvantil 95% určuje hranici, že s pravděpodobností 95% bude měnový kurz pod touto linií.

4.4.4 Srovnání měnových kurzů dle jednotlivých variant

Pro srovnání jednotlivých scénářů simulací měnového kurzu je vytvořen graf 4.10, kde jsou zobrazeny očekávané střední hodnoty jednotlivých variant.

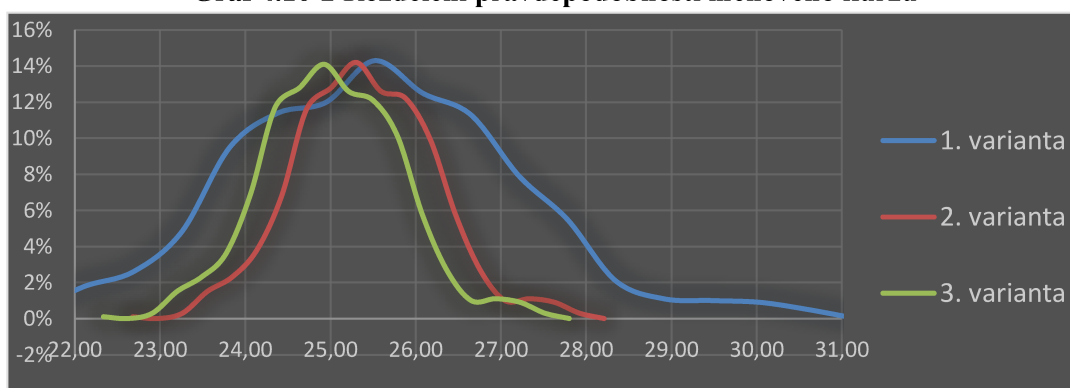
Graf 4.10-1 Srovnání středních hodnot měnového kurzu



Je zřejmé, že 3. varianta je výrazně odlišná od předchozích dvou, toto je způsobené kvůli klesajícímu trendu přírůstků výnosů aktiva použitého při simulaci kurzu dle Brownova geometrického pohybu. Varianty 1 a 2 se od sebe příliš neliší, viditelný rozdíl vzniká jen díky rozdílné směrodatné odchylce.

Graf 4.10-2 znázorňuje ukázkou rozdělení pravděpodobnosti rozdělení měnového kurzu pro měsíc prosinec ve všech variantách.

Graf 4.10-2 Rozdělení pravděpodobnosti měnového kurzu



4.5 Aplikace vybraných měnových strategií

Společnost ArcelorMittal Tubular Products Karviná a.s. se nachází v dlouhé devizové pozici, respektive příjmy v eurech dosahují vyšších částek, než výdaje v téže měně. Společnost vykonává interní hedging z přibližně 80% tím, že nakupuje materiál na zahraničních trzích v eurech. Společnost se tedy částečně vystavuje měnovému riziku. V případě negativní změny měnového kurzu by to mělo dopad na tržby vyjádřené v českých korunách, kde negativním dopadem se rozumí posilování české koruny vůči euru.

Společnost v současné době nevyužívá žádné formy zajištění, jelikož do dubna roku 2017 byl kurz fixován ČNB na hranici 27 CZK/EUR a tak nebylo zapotřebí investovat do měnového zajištění. Pro rok 2018 společnost uvažuje o částečném zajištění měnové expozice, aby se vyvarovala možných ztrát způsobených posilováním české koruny.

Objem celkové devizové pozice dle plánu odpovídá hodnotě 7 311 tisíc EUR, kdež to celková zajišťovaná částka činí 5 700 tisíc. EUR, což odpovídá 78% celkové devizové pozice. V tabulce 4.4 jsou zobrazeny měsíční plánované částky k zajištění proti měnovému riziku pro rok 2018.

Tab. 4.4 Objem zajišťovaných částek na jednotlivé měsíce v tis. EUR

měsíc	Zajišťovaná částka
1	300
2	300
3	300
4	300
5	1000
6	1000
7	1000
8	300
9	300
10	300
11	300
12	300
celkem	5700

Zdroj: Vlastní zpracování

Pro zajištění měnového rizika byly vybrány následující možnosti zajištění:

- Zajištění pomocí long put opce – uzavřením kontraktu na long put opci se společnost zajišťuje proti posílení české koruny, respektive na pokles podkladového aktiva. Ztráta je omezená na výši zaplacené premie a zisk stoupá až do chvíle, kdy hodnota podkladového aktiva je rovna 0.
- Zajištění pomocí swap kontraktu – při uzavření swapového kontraktu v čase t_0 je stanovena jedna realizační cena pro všechny výplatní měsíce t_i .

Dále pro srovnání bude vytvořena varianta s pasivní strategií zajištění, což odpovídá stavu, kdy podnik nevyužívá žádnou ze zajišťovacích metod a plně se tak vystavuje měnovému riziku.

4.5.1 Pasivní strategie

Jestliže se společnost ArcelorMittal Tubular Products Karviná a.s. rozhodne nevyužívat žádnou z metod zajištění a je ochotná se plně vystavit měnovému riziku, pak zvolí pasivní strategii zajištění. Společnost bude každý měsíc provádět směnu EUR na CZK, dle měsíčního plánu z tabulky 4.4. Peněžní příjmy v českých korunách, které plynou z pasivní strategie, jsou vypočteny následovně:

$$cashflow_t = S_t \cdot Q_t \quad (4.1)$$

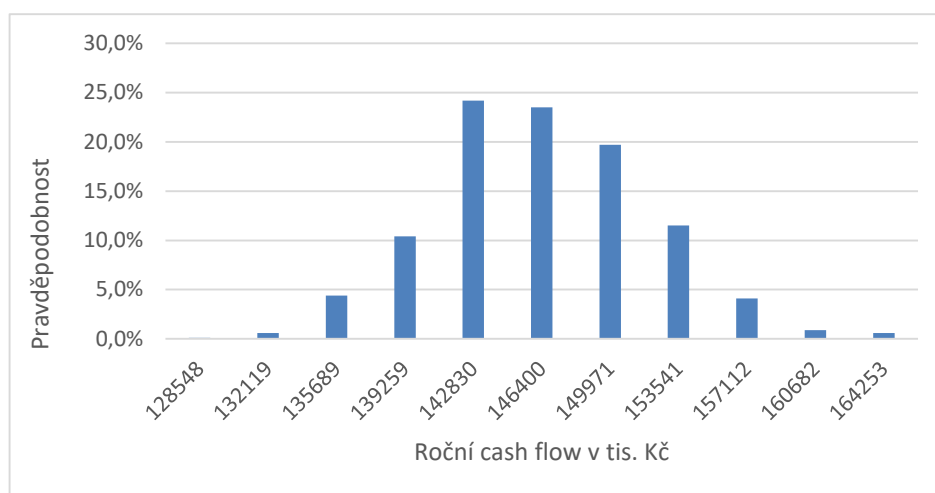
kde efekt zde vyjadřuje celkový peněžní příjem za dané období, S_T vyjadřuje aktuální spotový kurz při směně aktiv, Q vyjadřuje objem aktiv v čase T , tedy danou částku ke směně v jednotlivých měsících.

Pasivní strategie je pro společnost výhodná za předpokladu, že měnový kurz bude oslabovat vůči euru, tedy když realizační kurz bude vyšší než kurz aktuální. V případě zhodnocení české měny, budoucí příjmy v českých korunách budou dosahovat nižší částky.

1. varianta

Výsledný efekt z pasivní strategie pro rok 2018 při strategii s konstantním rozptylem se pohybuje od 128 548 000 Kč do 164 253 000 Kč. S nejvyšší pravděpodobností 27,5% roční efekt bude činit 144 417 000 Kč. Nejnižší částky 128 548 000 Kč bude dosaženo s pravděpodobností 0,1% a naopak nejvyšší částky 164 253 000 Kč bude dosaženo s pravděpodobností přibližně 0,2%. Graf 4.11 zobrazuje hustotu rozdělení pravděpodobnosti ročního cash flow z pasivní strategie zajištění při využití simulace s konstantním rozptylem.

Graf. 4.11 Cash flow (efekt) z pasivní strategie – 1. varianta



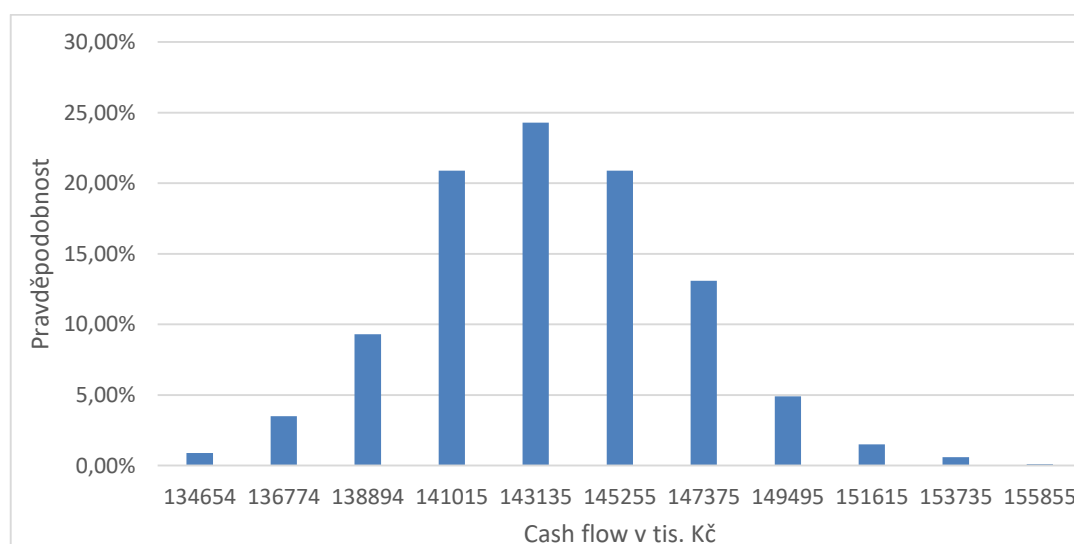
Zdroj: Vlastní zpracování

2. varianta

V případě simulace měnového kurzu s podmíněným rozptylem vypočteným na základě modelu EWMA. Stejně jako v předchozím případě bude společnost provádět každý měsíc směnu EUR na CZK v určitých částkách, které je definované v tabulce 4.4. Cash flow v českých korunách je vypočten dle vzorce 4.1.

Graf 4.12 znázorňuje hustotu rozdělení pravděpodobnosti příjmu v českých korunách, při simulaci kurzu s podmíněným rozptylem, za rok 2018.

Graf 4.12 Cash flow z pasivní strategie – 2. varianta



Zdroj: Vlastní zpracování

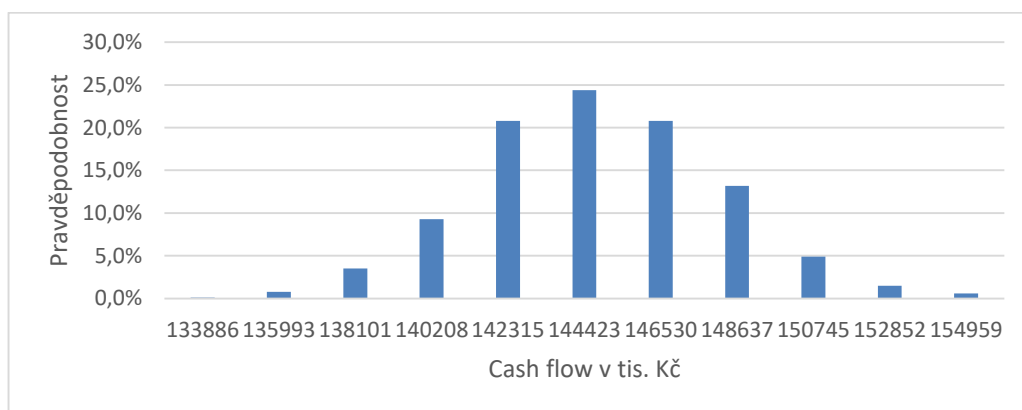
Kde graf 4.8 znázorňuje hustotu rozdělení pravděpodobnosti příjmu v CZK za rok 2018. Očekávaný nejnižší příjem s pravděpodobností 0,9% je roven hodnotě 134 654 000 Kč, naopak nejvyšší příjem se očekává ve výši 155 855 000 Kč s pravděpodobností 0,1%. Nejpravděpodobnější scénář bude naplněn s pravděpodobností 24,3%, kde hodnota příjmu dosahuje 141 135 000 Kč za rok.

3. varianta

V případě simulace měnového kurzu s podmíněným rozptylem a dynamickým klesajícím trendem je postup stejný jako u předchozích dvou variant.

Graf 4.13 znázorňuje hustotu rozdělení pravděpodobnosti příjmu v českých korunách za rok 2018, při simulaci kurzu dle 3. varianty.

Graf 4.13 Cash flow z pasivní strategie – 3. varianta



Zdroj: Vlastní zpracování

4.5.2 Zajištění pomocí swap kontraktu

Swapový kontrakt je vytvořený na období celého roku 2018 s dobou splatnosti vždy na konci každého měsíce v částkách, které jsou zadány v tabulce 4.4. Swapový kontrakt má tedy různé doby realizace, ale s vždy stejnou realizační cenou. Společnost na trhu zaujímá dlouhou pozici, proto v tomto případě zaujme krátkou swapovou pozici, kterou se zajišťuje proti posílení české koruny vůči euru. Díky swapovému kontraktu si společnost zajistí stálý měnový kurz po dobu celého roku. Swap tedy chrání pokles příjmu v zahraniční měně definovanou v českých korunách v případě, že česká koruna posílí.

K výpočtu realizační ceny swapového kontraktu jsou potřebné vstupní parametry, kterými jsou:

- domácí bezriziková sazba PRIBOR, $R_d = 0,97\%$,

- zahraniční bezriziková sazba EURIBOR, $R_f = -0,186\%$,
- počáteční spotový kurz, $S_0 = 25,495$,
- časový interval, $\Delta T = 1/12$

Veškeré bezrizikové platby jsou platné k 31.12.2017. Realizační cena X swapového kontraktu byla vypočtena na základě vzorce 3.13, která se rovná hodnotě 25,655 CZK/EUR. Realizační cena swapového kontraktu je vyšší, než současná hodnota spotového kurzu, jelikož zahraniční sazba je záporná.

Efekt ze strategie zajištění swapových kontraktem je vypočten následovně:

$$efekt_t = Q_t \cdot (X - S_t), \quad (4.2)$$

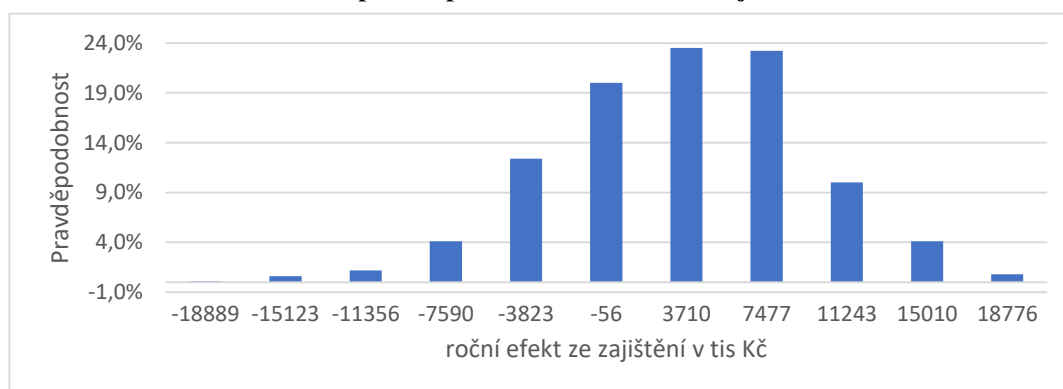
kde Q_t je zajištěná měsíční částka, X je realizační cena swap kontraktu a S_t je simulovaný spotový kurz v čase t .

$$efekt = \sum_{t=1}^{12} efekt_t, \quad (4.3)$$

kde *efekt* je výsledný efekt za rok 2018.

Graf 4.14 znázorňuje rozdělení pravděpodobnosti efektu ze zajištění pomocí swap kontraktu, dle simulace pro 1 000 scénářů, kde efekt z nejvyšší pravděpodobnosti 23,5% bude ve výši 3 710 000 Kč. S pravděpodobností 50,1% se bude výsledný efekt ze zajištění pohybovat nad 2 000 000 Kč a s pravděpodobností 61,4% bude výsledný efekt kladný a společnost tak díky zajištění pomocí měnového swapu dosáhne vyššího příjmu denominovaného v českých korunách. Nejvyšší ztrátu ve výši 18 889 000 Kč lze očekávat s pravděpodobností 0,1% a naopak nejvyšší zisk 18 776 000 Kč lze očekávat s pravděpodobností 0,8%.

Graf 4.14 Rozdělení pravděpodobnosti efektu ze zajištění – 1. varianta



Zdroj: vlastní zpracování

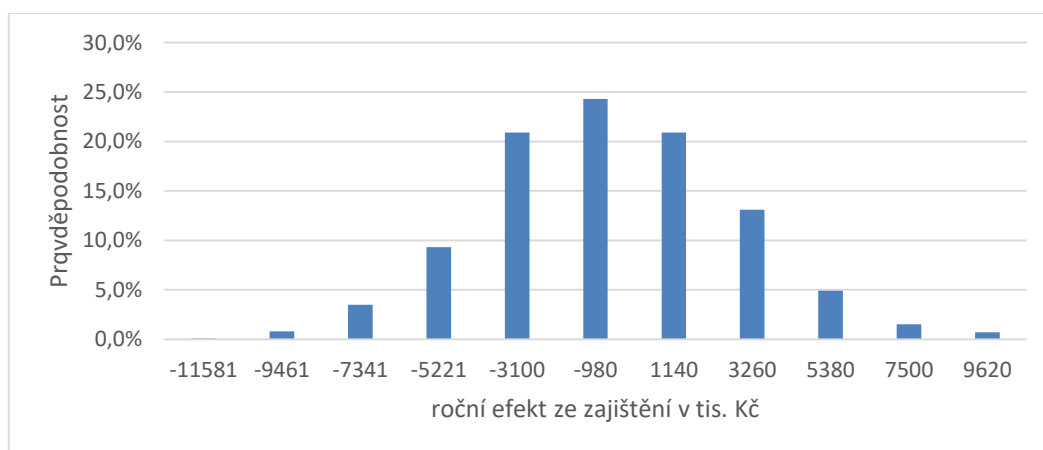
Výsledný cash flow v českých korunách ze zajištění měnového rizika pomocí swap kontraktu je 146 233 761 Kč. Jednotlivé hodnoty efektu ze swap kontraktu jsou znázorněny pomocí ekvidistantního intervalu, který je detailně zobrazen v **příloze číslo 3**.

2. varianta

Stejně jako u předchozího scénáře je swapový kontrakt vytvořený na období celého roku 2018 s dobou splatnosti vždy na konci každého měsíce v částkách, které jsou zadány v tabulce 4.4.

Graf 4.15 znázorňuje rozdělení pravděpodobnosti efektu ze zajištění pomocí swap kontraktu, dle simulace pro 1 000 scénářů, kde nejvyšší výsledný efekt za rok 2018 s pravděpodobností 0,7% roven 9 620 000 Kč. Nejnižší efekt s pravděpodobností 0,1% bude roven hodnotě – 11 581 000 Kč. Efekt nejpravděpodobnějšího čekávaného scénáře je – 980 000 Kč a to s pravděpodobností 24,3%.

Graf. 4.15 Rozdělení pravděpodobností efektu ze zajištění – 2. varianta



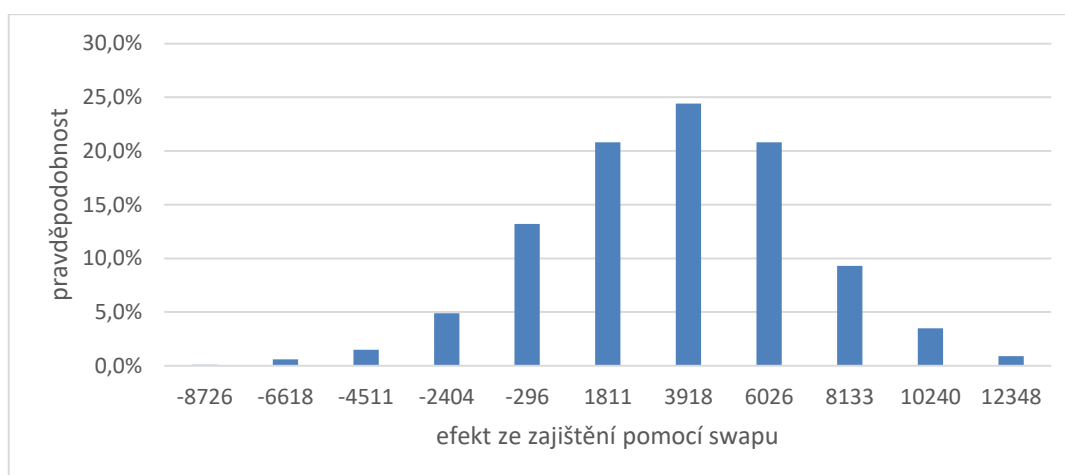
Zdroj: Vlastní zpracování

Cash flow v CZK při využití této strategie bude jen s 30,1% pravděpodobností vyšší, než-li příjem plynoucí z pasivní strategie. Respektive na 69,9% bude strategie zajištění pomocí swap kontraktu ztrátová.

3. varianta

V případě naplnění se 3. scénáře nejvyšší efekt ze zajištění činí 3 918 000 Kč a bude ho dosaženo s pravděpodobností 24,4%. Největší ztráta ze zajištění se očekává ve výši 8 726 000 Kč s pravděpodobností pouze 0,1%. Naopak nejvyššího efektu ze zajištění pomocí swapu bude dosaženo s pravděpodobností 0,8% a to 12 348 000 Kč, jak zobrazuje graf 4.16.

Graf 4.16 Rozdělení pravděpodobnosti efektu ze zajištění – 3. varianta



4.5.3 Zajištění pomocí put opce

Další z možností zajištění měnového rizika je zajištění pomocí long put opce. Společnost se zajišťuje pomocí long put opce na rok 2018. Na začátku roku společnost nakoupí 12 put opcí s různou délkou splatnosti. Za každou opci společnost musí zaplatit opční prémii. Společnost si tak kupuje právo uplatnit opci v době splatnosti v případě, že je to pro společnost výhodné. Podkladovým aktivem je spotový kurz CZK/EUR. Ocenění měnových opcí je provedeno za pomoci Black-Scholesova modelu pro oceňování měnových opcí dle vzorce 3.15, 3.16 a 3.17.

Vstupní údaje nepostradatelné k výpočtu long put opce na měnu jsou zobrazeny v následující tabulce.

Tab. 4.5 Vstupní parametry put opce

opce	R_d	R_f	S_0	dt	σ	X
opce 1	0,97%	-0,186%	25,495	0,083	6,54%	25,5
opce 2	0,97%	-0,186%	25,495	0,167	6,54%	25,5
opce 3	0,97%	-0,186%	25,495	0,250	6,54%	25,5
opce 4	0,97%	-0,186%	25,495	0,333	6,54%	25,5
opce 5	0,97%	-0,186%	25,495	0,417	6,54%	25,5
opce 6	0,97%	-0,186%	25,495	0,500	6,54%	25,5
opce 7	0,97%	-0,186%	25,495	0,583	6,54%	25,5
opce 8	0,97%	-0,186%	25,495	0,667	6,54%	25,5
opce 9	0,97%	-0,186%	25,495	0,750	6,54%	25,5
opce 10	0,97%	-0,186%	25,495	0,833	6,54%	25,5
opce 11	0,97%	-0,186%	25,495	0,917	6,54%	25,5
opce 12	0,97%	-0,186%	25,495	1,000	6,54%	25,5

kde R_d vyjadřuje domácí bezrizikovou míru, která je rovna roční sazbě PRIBOR, R_f vyjadřuje zahraniční bezrizikovou míru, která je rovna roční sazbě EURIBOR, S_0 zobrazuje počáteční měnový kurz v době oceňování, d_t vyjadřuje časový do splatnosti put opce, σ je

směrodatná odchylka, která vyjadřuje očekávanou roční volatilitu měnového kurzu a realizační cena X je vyjádřena v hodnotě, na kterou se společnost chce zajistit.

Vypočtené ceny měnových put opcí pro jednotlivé měsíce splatnosti jsou vyjádřeny v tabulce 4.6.

Tab. 4.6 Ceny jednotlivých put opcí

měsíc splatnosti	Cena opce (p)
1	0,18248
2	0,25009
3	0,29929
4	0,33900
5	0,37266
6	0,40203
7	0,42817
8	0,45176
9	0,47327
10	0,49305
11	0,51135
12	0,52838

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 4.6 zobrazuje ceny jednotlivých put opcí pro danou dobu splatnosti v měsících. První opce má splatnost na konci měsíce ledna, druhá na konci měsíce února atd. Z tabulky si lze povšimnout, jak se cena opce mění vzhledem k době expirace. Lze vidět, že ceny opce p při stejné realizační ceně X se v čase mění, cena opce v únoru, je nižší, než cena opce v prosinci. V tomto případě cenu opce výrazně ovlivňuje časová hodnota, jelikož za delší časový úsek je vyšší pravděpodobnost, že dojde ke změně spotového kurzu.

Pro výpočet výsledného efektu existují dvě možnosti. Jelikož společnost má volbu buď to opci uplatnit, v případě že realizační cena X bude vyšší než spotový kurz S_0 nebo opci nevyužít a zajišťovanou částku směnit na spotovém trhu za aktuální měnový kurz. V případě, že se podnik rozhodne opci uplatnit lze výsledný efekt se zajištění pomocí put opce definovat následovně:

$$efekt_t = Q_t \cdot (X - S_t - p_t) \quad , \quad (4.3)$$

kde $efekt_t$ je efekt se zajištění pro daný měsíc t , Q_t vyjadřuje zajišťované množství měny v eurech, X vyjadřuje realizační cenu put opce, S_t je hodnota spotového měnového kurzu dle simulace Monte Carlo v čase t a p_t vyjadřuje cenu put opce pro daný měsíc t .

Ovšem za předpokladu, že spotový kurz S_t bude vyšší, než realizační cena put opce X , tak společnost put opci logicky neuplatní a výsledný efekt lze vyjádřit následovně:

$$efekt_t = Q_t \cdot (-p_t), \quad (4.4)$$

kde efekt je v tomto případě záporný, jelikož z opce neplyne žádný výnos, ale pouze náklad v podobě zaplacení opční prémie.

Konečný efekt plynoucí se zajištění pomocí put opce pro jednotlivé měsíce t je v programu MS Excel vypočten dle následujícího vzorce:

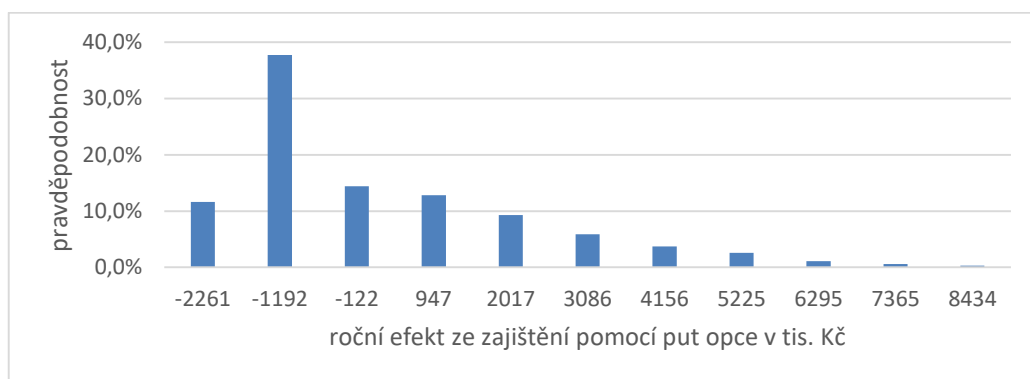
$$efekt_t = Q_t \cdot \text{MAX}(X - S_t - p_t; -p_t), \quad (4.5)$$

kde funkce MAX vyhodnotí vyšší číslo a pouze to bere jako výsledek.

1. varianta

Graf 4.17 znázorňuje rozdělení pravděpodobnosti efektu ze zajištění pomocí put opce, dle simulace pro 1 000 možných scénářů při konstantním rozptylu, kde výsledný efekt za rok 2018 s nejvyšší pravděpodobností 40,0% dosáhne hodnoty – 472 000 Kč. Nejnižší efekt s pravděpodobností 10,8% dosáhne hodnoty - 2 261 000 Kč a naopak nejvyšší efekt se zajištění pomocí put opce dosáhne hodnoty 15 631 000 Kč s pravděpodobností 0,2%. Kladný výsledný efekt se zajištění bude s pravděpodobností 44,5%, respektive na 55,5% společnost inkasuje díky zajištění pomocí put opce nižší příjem v českých korunách, nežli by tomu bylo v případě pasivní strategie.

Graf 4.17 Rozdělení pravděpodobnosti efektu ze zajištění put opcí – 1. varianta



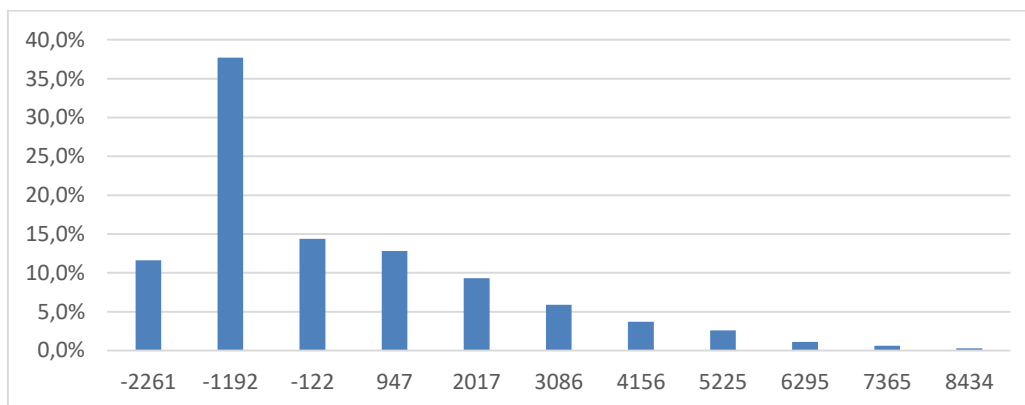
Zdroj: Vlastní zpracování

2. varianta

Graf 4.18 znázorňuje rozdělení pravděpodobnosti efektu ze zajištění pomocí put opce, dle simulace pro 1 000 možných scénářů při podmíněném rozptylu, kde výsledný efekt za rok 2018

s nejvyšší pravděpodobností 37,7% dosáhne hodnoty – 1 192 000 Kč. Nejnižší efekt s pravděpodobností 11,6 % dosáhne hodnoty - 2 261 000 Kč a naopak nejvyšší efekt se zajištění pomocí put opce dosáhne hodnoty 8 434 000 Kč s pravděpodobností 0,3%. Kladný výsledný efekt ze zajištění bude s pravděpodobností 35 %, respektive na 65 % společnost inkasuje díky zajištění pomocí put opce nižší příjem v českých korunách, nežli by tomu bylo v případě pasivní strategie.

Graf 4.19 Rozdělení pravděpodobnosti efektu ze zajištění put opcí – 2. varianta

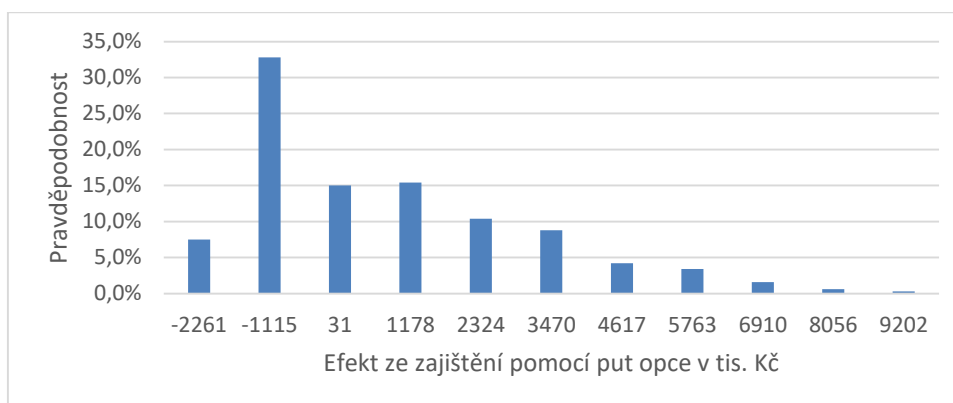


Zdroj: Vlastní zpracování

3. varianta

Graf 4.20 zobrazuje rozdělení pravděpodobnosti efektu ze zajištění pomocí put opce, dle simulace pro 1 000 možných scénářů při podmíněném rozptylu a dynamickém trendu, kde výsledný efekt bude za rok 2018 s nejvyšší pravděpodobností 37,7% dosahovat hodnoty – 1 115 000 Kč. Nejnižší efekt s pravděpodobností 7,5 % dosáhne hodnoty - 2 261 000 Kč a naopak nejvyšší efekt se zajištění pomocí put opce dosáhne hodnoty 9 202 000 Kč s pravděpodobností 0,3%. Kladný výsledný efekt ze zajištění bude s pravděpodobností 45,1 %, respektive s pravděpodobností 54,9 % společnost inkasuje nižší příjem v českých korunách, nežli by tomu bylo v případě pasivní strategie.

Graf 4.20 Rozdělení pravděpodobnosti efektu ze zajištění put opcí – 3. varianta



Zdroj: Vlastní zpracování

4.6 Vyhodnocení zajišťovacích strategií

Tato podkapitola obsahuje srovnání jednotlivých hedgingových strategií, dle vybraných kritérií a následné vyhodnocení. Srovnání bude mezi zajištěním pomocí swap kontraktu a put opce a to pro všechny 3. varianty individuálně. Následně budou strategie zajištění hodnoceny dle vztahu výnosu a rizika, a postoje investora k riziku.

4.6.1 Kritéria vyhodnocení

Kritéria využitá pro srovnání jednotlivých metod zajištění, která jsou vypočtená v předcházejících kapitolách, jsou stanovena následovně:

- Střední hodnota – vypočtena jako aritmetický průměr efektu ze zajištění za celý rok 2018. K výpočtu střední hodnoty v programu Excel je využita funkce PRŮMĚR.
- Maximální ztráta – definuje nejvyšší možnou ztrátu ze zajištění, respektive nejnižší efekt ze zajištění. V programu Excel maximální ztrátu zjistíme za pomocí funkce MIN.
- Nejvyšší zisk – představuje nejvyšší možný efekt z měnového zajištění, tedy je to nejvyšší číslo ze souboru daných dat a v programu Excel je vypočten za pomocí funkce MAX.
- Směrodatná odchylka – charakterizuje jak moc jsou hodnoty rozdílné od střední hodnoty daného souboru. Vyjadřuje volatilitu jednotlivých efektů ze zajištění. Směrodatná odchylka představuje riziko, čím je směrodatná odchylka vyšší, tím vyšší riziko vzniká u dané strategie. V programu Excel je směrodatná odchylka vypočtena pomocí funkce SMODCH.

- Medián – vyjadřuje hodnotu, kde 50% dat ze souboru je menší a 50% dat ze souboru naopak větších. V této práci jsou data tvořeny ročními efekty z měnového zajištění pomocí příslušné strategie. V programu Excel je vypočten pomocí funkce MEDIAN
- VaR 5% - reprezentuje statistický odhad udávající nejvyšší ztrátu, ke které může dojít s určitou pravděpodobností v určitém budoucím období. V tomto případě s pravděpodobností 5% bude ztráta rovna nebo větší, než vypočtena hodnota VaR. V programu Excel je VaR vypočten pomocí funkce PERCENTIL.
- Pravděpodobnost kladného efektu – tato hodnota uvádí, s jakou pravděpodobností bude výsledný efekt ze zajištění nabývat kladných hodnot. V programu MS Excel je toto kritérium vypočtené za pomoci funkce KDYŽ.

Dle výše zmíněných kritérií jsou jednotlivé efekty hedgingových strategií zobrazeny v tabulce 4.7. Vzhledem k rozměrům tabulky, byla rozdělena na dvě části.

Tab. 4.7-1 Srovnání výsledných kritérií pro jednotlivé metody zajištění a scénáře

scénář	strategie	střední hodnota	maximální ztráta	maximální zisk	směrodatná odchylka
1.	swap	1 609 211	-18 889 357	18 776 438	5 494 027
		1.	2.	1.	2.
	put opce	743 577	-2 261 464	15 631 212	3 423 984
		2.	1.	2.	1.
2.	swap	-1 669 047	-11 580 780	9 619 946	3 362 591
		2.	2.	1.	2.
	put opce	-367 633	-2 261 464	8 434 197	2 115 864
		1.	1.	2.	1.
3.	swap	2 493 459	-8 725 692	12 347 608	3 342 020
		1.	2.	1.	2.
	put opce	166 663	-2 261 464	9 202 382	2 345 587
		2.	1.	2.	1.

Zdroj: Vlastní zpracování

Kritérium střední hodnoty

Z tabulky 4.7-1 je zřejmé, že dle kritéria střední hodnoty v případě naplnění 1. nebo 3. varianty by zajištění pomocí swap kontraktu bylo podstatně výhodnější, než při zajištění pomocí put opce. V případě naplnění 2. varianty je výhodnější zajištění pomocí put opce.

Kritérium maximální ztráty

Dle kritéria maximální ztráty je výhodnější u všech scénářů zajištění pomocí put opce, kde maximální ztráta dosahuje vždy pouze součtu hodnot opčních premií za jednotlivé měsíce.

Kritérium maximálního zisku

V případě tohoto kritéria je u všech scénářů výhodnější zajištění pomocí swap kontraktu, než zajištění pomocí put opce.

Kritérium směrodatné odchylky

Při srovnání strategií zajištění dle kritéria rizikovosti vychází pro všechny jednotlivé scénáře bezpečnější volbou zajištění pomocí put opce, než zajištění pomocí swap kontraktu.

Tab. 4.7-2 Srovnání výsledných kritérií pro jednotlivé metody zajištění a scénáře

Scénář	strategie	medián	VaR 5%	pravděpodobnost zisku	celkové pořadí
1.	swap	2 012 127	-7 933 470	61,4%	1.
		1.	2.	1.	
	put opce	-594 964	-2 261 464	44,5%	2.
		2.	1.	2.	
2.	swap	-1 833 217	-7 196 892	30,1%	2.
		2.	2.	2.	
	put opce	-1 133 693	-2 261 464	35,0%	1.
		1.	1.	1.	
3.	swap	2 655 938	-3 009 730	77,1%	1.
		1.	2.	1.	
	put opce	-413 989	-2 261 464	45,1%	2.
		2.	1.	2.	

Zdroj: Vlastní zpracování

Kritérium medián

Dle kritéria medián při naplnění 2. scénáře je výhodnější zajištění pomocí put opce. Při naplnění 1. nebo 3. scénáře je výhodnější zajištění pomocí swap kontraktu, medián v těchto případech u zajištění pomocí swapu dosahuje vysokých kladných hodnot, kdežto u put opce je medián záporná hodnota.

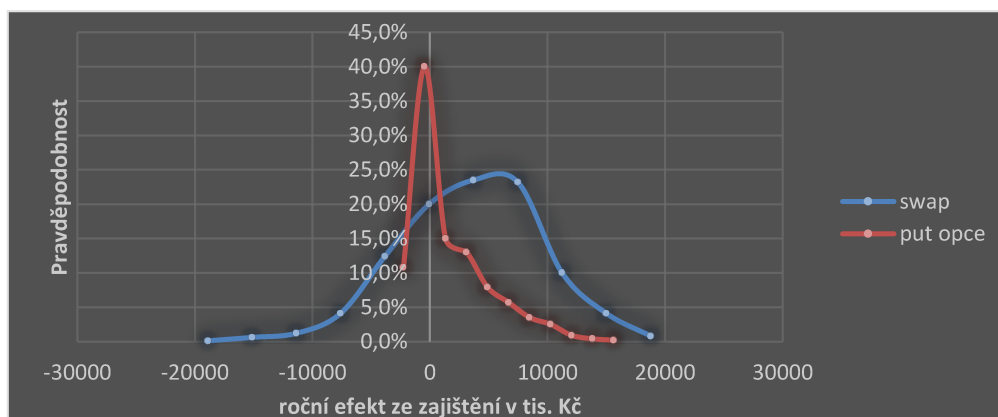
Kritérium VaR 5%

Na základě tohoto kritéria pro všechny scénáře je jednoznačně výhodnější zajištění pomocí put opce, jelikož u put opce je omezena maximální ztráta a to ve výše opční premie.

Kritérium pravděpodobnosti zisku

Toto kritérium pokládám za jedno z nejdůležitějších, jelikož znázorňuje pravděpodobnost s jakou je daná strategie zajištění pro jednotlivé scénáře zisková. V případě naplnění 1. varianty je swap kontrakt s relativně vysokou pravděpodobností 64,1% ziskový, kdežto zajištění pomocí opce není pro společnost až tak výhodné a pravděpodobně při zajištění pomocí put opce by společnost dosáhla nižších příjmu v CZK.

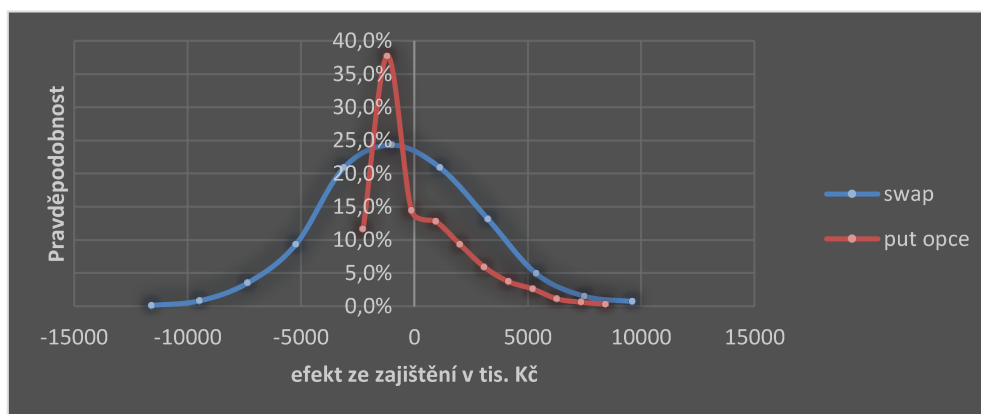
Graf 4.21 Rozdělení pravděpodobnosti efektu zajištění pro 1. variantu



Zdroj: Vlastní zpracování

Při naplnění 2. varianty není výhodná ani jedna strategie zajištění, jen s malou pravděpodobností společnost dosáhne vyšších příjmu v CZK, než při využití pasivní strategie. Avšak při využití zajištění by při naplnění 2. varianty bylo výhodnější využít zajištění pomocí put opce.

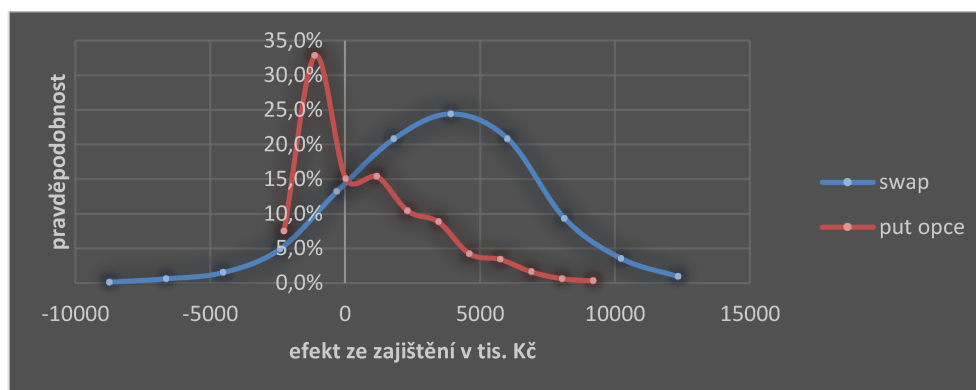
Graf 4.22 Rozdělení pravděpodobnosti efektu zajištění pro 2. variantu



Zdroj: Vlastní zpracování

Dle 3. varianty je jednoznačně lepší zajištění pomocí swap kontraktu, kde s pravděpodobností 77,1% přinese tato strategie společnosti vyšší příjmy, než při využití pasivní strategie.

Graf 4.23 Rozdělení pravděpodobnosti efektu zajištění pro 3. variantu



Celkové pořadí

Za předpokladu, že celkové pořadí je vyhodnoceno jako součet jednotlivých výsledků kritérií, kde váhy na jednotlivá kritéria jsou konstantní, respektive všechna kritéria mají stejnou váhu, tak pro 1. variantu a 3. variantu je výhodnější swap kontrakt než zajištění pomocí put opce. V případě 2. varianty je výhodnější zajištění pomocí put opce.

Souhrn jednotlivých variant

Je zřejmé, že nejrizikovější je 1. varianta, jelikož simulace je počítána s konstantním rozptylem tak výsledné hodnoty jsou daleko více rozlehlejší, než u variant 2. a 3., kde byla simulace měnového kurzu počítána s podmíněným rozptylem pomocí modelu EWMA. Jednoznačně zajištění by bylo nejvíce přínosné pro společnost při naplnění 3. varianty, kde se očekává výraznější zhodnocování CZK oproti EUR než u variant 2. a 3. a bez zajištění by tak společnost dosáhla nižšího příjmu v CZK.

4.6.2 Srovnání strategií zajištění dle vztahu riziko – výnos

Srovnání je možné provést ne jen podle zadaných kritérií v kapitole výše, ale i podle kombinace vztahu dvou parametrů. Mezi výnosem a rizikovostí platí jednoduchý vztah – čím vyšší výnos je požadován, tím vyšší riziko je potřebné podstoupit. V tomto případě směrodatná odchylka představuje riziko a střední hodnota představuje výnos. Graf 4.24 zobrazuje vztah mezi výnosem a rizikem. Osa x představuje velikost rizika a osa y výši výnos.

Graf 4.24 Vztah výnosu a rizika pro jednotlivé scénáře a strategie zajištění



Zdroj: Vlastní zpracování

Z grafu je viditelné, pro 1. variantu není jednoduché určit, která z metod zajištění je lepší. Zajištění pomocí swap kontraktu sice je výnosnější než zajištění pomocí put opce, ale u zajištění put opce je zase nižší riziko.

V případě 2. varianty už je jednodušší určit, která metoda zajištění je pro společnost výhodnější, jelikož zajištění pomocí put opce je výnosnější a zároveň méně rizikové, než zajištění pomocí swap kontraktu.

Při naplnění 3. varianty je sice zajištění pomocí swap kontraktu podstatně výnosnější než zajištění pomocí put opce, ale zároveň rizikovější. Jakou z variant zajištění si společnost v tomto případě zvolí je opět na jejím postoji k riziku.

4.6.3 Srovnání strategií dle postoje společnosti k riziku

To zdali nějakou strategii zajištění a případně jakou bude společnost využívat, záleží na jejím postoji k riziku. Existují tři druhy postoje k riziku, prvním je neutrální postoj, dále postoj averze k riziku a postoj preferující riziko. Při tomto srovnání se vychází z grafu 4.21.

Za předpokladu, že společnost ArcelorMittal Tubular Products Karviná a.s. má neutrální postoj k riziku, tak měnové zajištění nebude vůbec využívat, jelikož nezohledňuje riziko.

Při averzním postoji k riziku by společnost pravděpodobně volila zajištění pomocí put opce, kde směrodatná odchylka představující riziko je pro všechny scénáře nejmenší.

Za předpokladu, že společnost má postoj preferující riziko, tak v případě 1. a 3. varianty by společnost volila strategii swap kontraktu, které přináší nejvyšší výnos. V případě varianty číslo 2 by společnost preferovala zajištění pomocí put opce.

4.6.4 Výsledné srovnání

Není jednoduché jednoznačně určit, která ze strategií zajištění je pro společnost ArcelorMittal Tubular Products Karviná a.s. nejlepší. Dle zhodnocení všech kritérií zajištění doporučení zní následovně.

Jelikož společnost má tendenci být averzní k riziku, pro první variantu využije zajištění pomocí put opce, kde sice výsledný efekt ze zajištění je ziskový jen s pravděpodobností 44,5%, ale výrazně si tím omezí maximální ztrátu, kterou by podstupovala u zajištění pomocí swap kontraktu nebo při využití pasivní strategie.

V případě naplnění druhého varianty společnost jednoznačně zvolí jako zajišťovací metodu put opci. Ve všech kritériích srovnání, kromě maximálního zisku, je zajištění pomocí put opce lepší, než zajištění pomocí swap kontraktu. V tomto případě sice tato strategie bude s pravděpodobností 65% ztratná, ale zabezpečí společnosti se vyvarovat velkých ztrát, což je hlavní důvod, proč se společnost zajišťuje.

U třetí varianty společnost využije swap zajištění, i přesto že je zde vyšší riziko v podobě směrodatné odchylky a možnost vyšší maximální ztráty, tak medián i střední hodnota efektu jsou kladného výsledku. Při zajištění pomocí swap kontraktu společnost inkasuje vyšší příjmy v CZK, než v případě pasivní strategie s pravděpodobností 77,1%. Maximální ztráta z tohoto zajištění činí -8 725 692 Kč, což je společnost ochotna podstoupit, jelikož pravděpodobnost naplnění této ztráty je zanedbatelná.

5 Závěr

Vzhledem k opuštění měnového závazku ze strany ČNB, je volatilita české koruny podstatně vyšší, než v minulých letech. Při změně měnového kurzu čelí společnosti obchodující na mezinárodních trzích riziku nižších příjmu a výsledného výsledku hospodaření. Zajištění omezuje, případně i eliminuje, potenciální ztráty z nepříznivé změny měnového kurzu. Z toho důvodů začíná být zajištění nepostradatelnou součástí exportních společností v České republice.

Cílem diplomové práce bylo zajistit měnové riziko ve společnosti ArcelorMittal Tubular Products Karviná a.s. pomocí swapového kontraktu nebo put opci a následně tyto strategie zajištění porovnat dle vybraných kritérií.

Diplomová práce je rozdělena do pěti kapitol, kde první je úvod a pátou závěr. Druhá a třetí kapitola obsahuje teoretické poznatky k měnovému zajištění, které jsou následně aplikovány ve čtvrté, tedy praktické kapitole práce.

V druhé kapitole jsou charakterizované jednotlivé druhy finančních rizik, pozornost byla věnována převážně tržnímu riziku, do kterého spadá i riziko měnové. Dále jsou zde popsány jednotlivé druhy finančních derivátů. Závěr kapitoly je věnován charakteristice simulací náhodného vývoje finančních aktiv a popisu modelu GARCH a EWMA pro odhad volatility finančních aktiv.

V následující kapitole byly popsány také teoretické poznatky, kde v první části je definována devizová pozice, jednotlivé druhy měnové expozice a charakteristika interních metod zajištění. Dále byly popsány základní parametry zajišťovacích metod a princip částečného zajištění. Závěrečná část třetí kapitoly je věnována metodám ocenění finančních derivátů, které slouží k externímu zajištění měnového rizika a jsou využity v aplikační části diplomové práce.

V praktické části práce byly aplikovány teoretické poznatky z předešlých kapitol. V první části čtvrté kapitoly byla stručně představena vybraná společnost ArcelorMittal Tubular Products Karviná a.s., popsány její hlavní činnosti, tržby a definovány vstupní údaje k zajištění. Následně byla provedena predikce volatility měnového kurzu z historických dat prostřednictvím modelu EWMA. Dále byly nasimulovány budoucí očekávané kurzy na bázi geometrického Brownova procesu pro 3. scénáře vývoje, kde jednotlivé scénáře se od sebe liší vstupními parametry, kterými jsou směrodatná odchylka a budoucí očekávaný trend. Následně byly oceněny vybrané měnové deriváty a zjištěn roční efekt ze zajištění pro individuální

metody. Výsledky zajištění byly zobrazeny v jednotlivých grafech dle rozdělení pravděpodobností ročního efektu ze zajištění dle 1 000 náhodných scénářů. Závěrem práce byly výsledné efekty měnového zajištění mezi sebou srovnány na základě kritérií, kterými jsou střední hodnota, maximální ztráta, maximální zisk, medián, směrodatná odchylka, VaR 5%, pravděpodobnost kladného efektu ze zajištění, podle vzájemného vztahu rizika a výnosu a postoji společnosti ArcelorMittal Tubular Products Karviná a.s. k riziku.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. Odborná literatura

ALEXANDER, C. *Market risk Analysis*. 1st ed. Chichester: Wiley, 2008. 386 s. ISBN 978-0-470-99789-53.

DLUHOŠOVÁ, D. a kol. *Finanční řízení a rozhodování podniku*. 3. vyd. Praha: Ekopress, 2010. 225 s. ISBN 978-80-86929-68-2.

DVOŘÁK P. *Deriváty*. 2. vyd. Praha: Oeconomica, 2008. 297 s. ISBN 978-80-245-1435-2.

HULL, J. C. *Options, futures and other derivatives*. 8th ed. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall, 2011. 864 s. ISBN 978-0-13-216494-8.

JÍLEK, Josef. *Finanční a komoditní deriváty v praxi*. 1. vyd. Praha: GRADA Publishing, 2005. 632 s. ISBN 80-247-1099-4.

DLUHOŠOVÁ, D. a kol. *Finanční řízení a rozhodování podniku*. 3. vyd. Praha: Ekopress, 2010. 225 s. ISBN 978-80-86929-68-2.

ZMEŠKAL, Zdeněk a kol. *Finanční modely*. 3. vyd. Praha: Ekopress, 2013. 267 s. ISBN 978-80-86929-91-0.

ZMEŠKAL, Z., ČULÍK, M., TICHÝ, T. *Finanční rozhodování za rizika: sbírka řešených příkladů*. 4. vydání. VŠB – TU Ostrava, 2013. 182 s. ISBN 978-80-248-3249-4.

TICHÝ, T. *Finanční deriváty – typologie finančních derivátů, podkladové procesy, oceňovací modely*. 1. vyd. VŠB – TU Ostrava, 2006. 170 s. ISBN 80-248-1180-4.

2. Internetové zdroje

ČESKÁ NÁRODNÍ BANKA. Sazby PRIBOR – Fixní úrokové sazby[online]. - Česká národní banka [cit. 1.2 2018]. Dostupný z https://www.cnb.cz/cs/financni_trhy/penezni_trh/pribor/denni.jsp

KURZY, 2018. *Měnový kurz CZK/EUR* [online]. Praha: Kurzy.cz, 2007 – 2017, [cit. 1.2 2018]. Dostupné z: <http://www.kurzy.cz/kurzy-men/historie/EUR-euro/>

EURIBOR-RATES, 12 month EURIBOR interest rate [online]. Euribor-rate.com, 2018, [cit. 1.2.2018]. Dostupné z: <http://www.euribor-rates.eu/euribor-rate-12-months.asp>

ČESKÁ NÁRODNÍ BANKA. *ČNB prognóza kurzu pro rok 2018*. | [cit. 2.3.2018]. Dostupný z: https://www.cnb.cz/cs/menova_politika/prognoza/#kurz

SEZNAM ZKRATEK

CF	peněžní toky
CZK	česká koruna
ČNB	Česká národní banka
Dt	nekonečně malá změna času
Dz	přírůstek náhodné veličiny
EUR	Euro
EWMA	Exponential Weighted Moving Average-exponenciální vážený klouzavý průměr
GARCH	Generalised Autoregressive Conditional Heteroskedastic
Kč	česká koruna
k	počet intervalů
N	množství zajišťovacího instrumentu
P	cena put opce
Q	množství zajišťovaného aktiva
R _d	domácí bezriziková sazba
R _f	bezriziková sazba, zahraniční bezriziková sazba
R _i	spojitý výnos finančního aktiva <i>i</i>
S	hodnota podkladového aktiva
sw	cena swapového kontraktu
T	doba splatnosti
t	okamžik v den oceňení
Tis.	Tisíce
VaR	Value at Risk
X	realizační cena

PROHLÁŠENÍ O VYUŽITÍ VÝSLEDKŮ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo;
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB- TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě archivována v Ústřední knihovně VŠB-TUO a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že bibliografické údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít své dílo, diplomovou práci, nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 25. dubna 2018



Tomáš Skřeček

Seznam příloh

- Příloha 1** Predikce volatility kurzu CZK/EUR pomocí modelu EWMA
- Příloha 2** Rozdělení pravděpodobnosti simulovaného kurzu CZKEUR pro měsíc prosinec dle jednotlivých variant
- Příloha 3** Rozdělení pravděpodobnosti cash flow při využití pasivní strategie
- Příloha 4** Rozdělení pravděpodobnosti ročního efektu při využití swap kontraktu
- Příloha 5** Rozdělení pravděpodobnosti ročního efektu při využití put opce na měnu a výpočet black – scholesova modelu

Příloha 1 Predikce volatility kurzu CZK/EUR pomocí modelu EWMA

	datum	kurz EUR/CZK	R_t	očištěné R_t	R_t^2	$\sigma^2_{t,t-1}$	$\sigma_{t,t-1}$	$\varepsilon_{t-\text{chyba}}(z)$
1	prosinec 06	27,53						
2	leden 07	28,095	2,03%	2,12%	0,04%	0,045%		
3	únor 07	28,225	0,46%	0,55%	0,00%	0,045%	2,12%	-0,0004
4	březen 07	27,94	-1,01%	-0,93%	0,01%	0,041%	2,01%	-0,0003
5	duben 07	28,13	0,68%	0,76%	0,01%	0,037%	1,93%	-0,0003
6	květen 07	28,285	0,55%	0,63%	0,00%	0,034%	1,85%	-0,0003
7	červen 07	28,74	1,60%	1,68%	0,03%	0,031%	1,76%	0,0000
8	červenec 07	28	-2,61%	-2,52%	0,06%	0,031%	1,75%	0,0003
9	srpen 07	27,665	-1,20%	-1,12%	0,01%	0,034%	1,85%	-0,0002
10	září 07	27,54	-0,45%	-0,37%	0,00%	0,032%	1,79%	-0,0003
11	říjen 07	27,025	-1,89%	-1,80%	0,03%	0,029%	1,70%	0,0000
12	listopad 07	26,24	-2,95%	-2,86%	0,08%	0,029%	1,71%	0,0005
13	prosinec 07	26,36	0,46%	0,54%	0,00%	0,035%	1,86%	-0,0003
14	leden 08	25,865	-1,90%	-1,81%	0,03%	0,031%	1,77%	0,0000
15	únor 08	25,07	-3,12%	-3,04%	0,09%	0,031%	1,77%	0,0006
16	březen 08	25,185	0,46%	0,54%	0,00%	0,038%	1,94%	-0,0003
17	duben 08	25,26	0,30%	0,38%	0,00%	0,034%	1,85%	-0,0003
18	květen 08	25,02	-0,95%	-0,87%	0,01%	0,031%	1,76%	-0,0002
19	červen 08	23,825	-4,89%	-4,81%	0,23%	0,028%	1,69%	0,0020
20	červenec 08	24	0,73%	0,82%	0,01%	0,049%	2,21%	-0,0004
21	srpen 08	24,8	3,28%	3,36%	0,11%	0,045%	2,12%	0,0007
22	září 08	24,51	-1,18%	-1,09%	0,01%	0,052%	2,27%	-0,0004
23	říjen 08	24,29	-0,90%	-0,82%	0,01%	0,048%	2,18%	-0,0004
24	listopad 08	25,61	5,29%	5,38%	0,29%	0,043%	2,09%	0,0025
25	prosinec 08	26,83	4,65%	4,74%	0,22%	0,068%	2,62%	0,0016
26	leden 09	28,13	4,73%	4,82%	0,23%	0,084%	2,90%	0,0015
27	únor 09	28,3	0,60%	0,69%	0,00%	0,099%	3,15%	-0,0009
28	březen 09	27,15	-4,15%	-4,06%	0,17%	0,090%	2,99%	0,0008
29	duben 09	26,64	-1,90%	-1,81%	0,03%	0,097%	3,12%	-0,0006
30	květen 09	26,78	0,52%	0,61%	0,00%	0,091%	3,01%	-0,0009
31	červen 09	25,775	-3,83%	-3,74%	0,14%	0,082%	2,86%	0,0006
32	červenec 09	25,69	-0,33%	-0,25%	0,00%	0,088%	2,96%	-0,0009
33	srpen 09	25,57	-0,47%	-0,38%	0,00%	0,079%	2,81%	-0,0008
34	září 09	25,41	-0,63%	-0,54%	0,00%	0,071%	2,67%	-0,0007
35	říjen 09	26,46	4,05%	4,13%	0,17%	0,064%	2,53%	0,0011
36	listopad 09	25,955	-1,93%	-1,84%	0,03%	0,075%	2,74%	-0,0004
37	prosinec 09	26,3	1,32%	1,40%	0,02%	0,071%	2,66%	-0,0005

38	leden 10	26,065	-0,90%	-0,81%	0,01%	0,066%	2,56%	-0,0006
39	únor 10	25,93	-0,52%	-0,43%	0,00%	0,060%	2,44%	-0,0006
40	březen 10	25,385	-2,12%	-2,04%	0,04%	0,054%	2,32%	-0,0001
41	duben 10	25,55	0,65%	0,73%	0,01%	0,053%	2,29%	-0,0005
42	květen 10	25,635	0,33%	0,42%	0,00%	0,048%	2,19%	-0,0005
43	červen 10	25,76	0,49%	0,57%	0,00%	0,043%	2,08%	-0,0004
44	červenec 10	24,69	-4,24%	-4,16%	0,17%	0,039%	1,98%	0,0013
45	srpen 10	24,735	0,18%	0,27%	0,00%	0,053%	2,29%	-0,0005
46	září 10	24,43	-1,24%	-1,16%	0,01%	0,047%	2,18%	-0,0003
47	říjen 10	24,53	0,41%	0,49%	0,00%	0,044%	2,10%	-0,0004
48	listopad 10	24,955	1,72%	1,80%	0,03%	0,040%	1,99%	-0,0001
49	prosinec 10	25,085	0,52%	0,60%	0,00%	0,039%	1,97%	-0,0004
50	leden 11	24,105	-3,99%	-3,90%	0,15%	0,035%	1,88%	0,0012
51	únor 11	24,35	1,01%	1,10%	0,01%	0,047%	2,17%	-0,0004
52	březen 11	24,51	0,65%	0,74%	0,01%	0,044%	2,09%	-0,0004
53	duben 11	24,18	-1,36%	-1,27%	0,02%	0,040%	1,99%	-0,0002
54	květen 11	24,5	1,31%	1,40%	0,02%	0,037%	1,93%	-0,0002
55	červen 11	24,315	-0,76%	-0,67%	0,00%	0,036%	1,89%	-0,0003
56	červenec 11	24,16	-0,64%	-0,56%	0,00%	0,032%	1,80%	-0,0003
57	srpen 11	24,15	-0,04%	0,04%	0,00%	0,029%	1,72%	-0,0003
58	září 11	24,875	2,96%	3,04%	0,09%	0,026%	1,63%	0,0007
59	říjen 11	25,035	0,64%	0,73%	0,01%	0,033%	1,82%	-0,0003
60	listopad 11	25,28	0,97%	1,06%	0,01%	0,030%	1,74%	-0,0002
61	prosinec 11	25,51	0,91%	0,99%	0,01%	0,028%	1,68%	-0,0002
62	leden 12	25,15	-1,42%	-1,34%	0,02%	0,027%	1,63%	-0,0001
63	únor 12	24,89	-1,04%	-0,95%	0,01%	0,026%	1,60%	-0,0002
64	březen 12	24,77	-0,48%	-0,40%	0,00%	0,024%	1,55%	-0,0002
65	duben 12	24,905	0,54%	0,63%	0,00%	0,022%	1,47%	-0,0002
66	květen 12	25,785	3,47%	3,56%	0,13%	0,020%	1,41%	0,0011
67	červen 12	25,515	-1,05%	-0,97%	0,01%	0,031%	1,75%	-0,0002
68	červenec 12	25,355	-0,63%	-0,54%	0,00%	0,029%	1,69%	-0,0003
69	srpen 12	24,895	-1,83%	-1,75%	0,03%	0,026%	1,61%	0,0000
70	září 12	25,075	0,72%	0,80%	0,01%	0,026%	1,63%	-0,0002
71	říjen 12	25,225	0,60%	0,68%	0,00%	0,024%	1,56%	-0,0002
72	listopad 12	25,25	0,10%	0,18%	0,00%	0,022%	1,50%	-0,0002
73	prosinec 12	25,225	-0,10%	-0,01%	0,00%	0,020%	1,42%	-0,0002
74	leden 13	25,635	1,61%	1,70%	0,03%	0,018%	1,35%	0,0001
75	únor 13	25,675	0,16%	0,24%	0,00%	0,019%	1,38%	-0,0002
76	březen 13	25,88	0,80%	0,88%	0,01%	0,017%	1,32%	-0,0001
77	duben 13	25,665	-0,83%	-0,75%	0,01%	0,016%	1,28%	-0,0001
78	květen 13	25,745	0,31%	0,40%	0,00%	0,015%	1,23%	-0,0001
79	červen 13	25,975	0,89%	0,97%	0,01%	0,014%	1,18%	0,0000
80	červenec 13	25,955	-0,08%	0,01%	0,00%	0,013%	1,16%	-0,0001

81	srpen 13	25,685	-1,05%	-0,96%	0,01%	0,012%	1,10%	0,0000
82	září 13	25,65	-0,14%	-0,05%	0,00%	0,012%	1,08%	-0,0001
83	říjen 13	25,85	0,78%	0,86%	0,01%	0,011%	1,03%	0,0000
84	duben 17	26,89	3,94%	4,03%	0,16%	0,010%	1,01%	0,0015
85	květen 17	26,395	-1,86%	-1,77%	0,03%	0,026%	1,60%	0,0001
86	červen 17	26,14	-0,97%	-0,89%	0,01%	0,026%	1,62%	-0,0002
87	červenec 17	26,13	-0,04%	0,05%	0,00%	0,024%	1,56%	-0,0002
88	srpen 17	26,075	-0,21%	-0,13%	0,00%	0,022%	1,48%	-0,0002
89	září 17	25,995	-0,31%	-0,22%	0,00%	0,020%	1,40%	-0,0002
90	říjen 17	25,555	-1,71%	-1,62%	0,026%	0,018%	1,33%	0,0001
91	listopad 17	25,525	-0,12%	-0,03%	0,000%	0,019%	1,37%	-0,0002
92	prosinec 17	25,495	-0,12%	-0,03%	0,000%	0,017%	1,29%	-0,0002

Příloha 2 Rozdělení pravděpodobnosti simulovaného kurzu CZK/EUR pro měsíc prosinec dle jednotlivých variant

1. Varianta

Kurz	četnost	pravděpodobnost
20,42	1	0%
20,99	0	0%
21,55	6	1%
22,12	18	2%
22,69	26	3%
23,25	48	5%
23,82	95	10%
24,38	114	11%
24,95	120	12%
25,52	143	14%
26,08	125	13%
26,65	113	11%
27,21	79	8%
27,78	55	6%
28,34	21	2%
28,91	11	1%
29,48	10	1%
30,04	9	1%
30,61	5	1%
31,17	0	0%

2. Varianta

kurz	četnost	pravděpodobnost
22,68	1	0%
22,97	0	0%
23,26	3	0%
23,55	15	2%
23,84	23	2%
24,14	38	4%
24,43	68	7%
24,72	116	12%
25,01	128	13%
25,30	142	14%
25,59	126	13%
25,88	122	12%
26,17	99	10%
26,46	58	6%
26,76	27	3%
27,05	10	1%
27,34	11	1%
27,63	9	1%
27,92	3	0%
28,21	0	0%

3. Varianta

kurz	četnost	pravděpodobnost
22,34	1	0,1%
22,62	0	0,0%
22,91	3	0,3%
23,20	15	1,5%
23,49	23	2,3%
23,77	36	3,6%
24,06	69	6,9%
24,35	117	11,7%
24,64	128	12,8%
24,92	141	14,1%
25,21	126	12,6%
25,50	121	12,1%
25,79	101	10,1%
26,08	58	5,8%
26,36	27	2,7%
26,65	10	1,0%
26,94	11	1,1%
27,23	9	0,9%
27,51	3	0,3%
27,80	0	0,0%

Příloha 3 Rozdělení pravděpodobnosti cash flow při využití pasivní strategie

1. Varianta

cash flow	četnost	pravděpodobnost
128548	1	0.1%
132119	6	0.6%
135689	44	4.4%
139259	104	10.4%
142830	242	24.2%
146400	235	23.5%
149971	197	19.7%
153541	115	11.5%
157112	41	4.1%
160682	9	0.9%
164253	6	0.6%

2. Varianta

cash flow	četnost	pravděpodobnost
134654	9	0,90%
136774	35	3,50%
138894	93	9,30%
141015	209	20,90%
143135	243	24,30%
145255	209	20,90%
147375	131	13,10%
149495	49	4,90%
151615	15	1,50%
153735	6	0,60%
155855	1	0,10%

3. Varianta

cash flow	četnost	pravděpodobnost
133886	1	0,1%
135993	8	0,8%
138101	35	3,5%
140208	93	9,3%
142315	208	20,8%
144423	244	24,4%
146530	208	20,8%
148637	132	13,2%
150745	49	4,9%
152852	15	1,5%
154959	6	0,6%

Příloha 4 Rozdělení pravděpodobnosti ročního efektu při využití swap kontraktu

1. Varianta

efekt	četnost	pravděpodobnost
-18889	1	0,1%
-15123	6	0,6%
-11356	12	1,2%
-7590	41	4,1%
-3823	124	12,4%
-56	200	20,0%
3710	235	23,5%
7477	232	23,2%
11243	100	10,0%
15010	41	4,1%
18776	8	0,8%

2. Varianta

efekt	četnost	pravděpodobnost
-11581	1	0,1%
-9461	8	0,8%
-7341	35	3,5%
-5221	93	9,3%
-3100	209	20,9%
-980	243	24,3%
1140	209	20,9%
3260	131	13,1%
5380	49	4,9%
7500	15	1,5%
9620	7	0,7%

3. Varianta

efekt	četnost	pravděpodobnost
-8725,7	2	0,2%
-6618,4	6	0,6%
-4511,0	15	1,5%
-2403,7	49	4,9%
-296,4	131	13,1%
1811,0	207	20,7%
3918,3	244	24,4%
6025,6	207	20,7%
8132,9	93	9,3%
10240,3	35	3,5%
12347,6	9	0,9%

Příloha 5 Rozdělení pravděpodobnosti ročního efektu při využití put opce na měnu a výpočet ceny opce dle Black – Scholesova modelu

Black – scholesův model

měsíc	sqrt	$r \cdot dt$	d1	d2	N-d1	$S \cdot N-d1$	N-d2	$EXP(-r \cdot dt)$	$EXP(-r \cdot dt) \cdot X \cdot N(-d2)$
1	0,0189	0,0008	0,0501	0,0312	0,4800	12,2403	0,4876	0,9992	12,4226
2	0,0267	0,0016	0,0782	0,0515	0,4688	11,9570	0,4795	0,9984	12,2069
3	0,0327	0,0024	0,0987	0,0660	0,4607	11,7504	0,4737	0,9976	12,0495
4	0,0378	0,0032	0,1157	0,0780	0,4539	11,5801	0,4689	0,9968	11,9189
5	0,0422	0,0040	0,1306	0,0883	0,4481	11,4322	0,4648	0,9960	11,8046
6	0,0462	0,0049	0,1439	0,0976	0,4428	11,2997	0,4611	0,9952	11,7016
7	0,0500	0,0057	0,1561	0,1061	0,4380	11,1788	0,4578	0,9944	11,6068
8	0,0534	0,0065	0,1673	0,1140	0,4335	11,0670	0,4546	0,9936	11,5186
9	0,0566	0,0073	0,1779	0,1213	0,4294	10,9625	0,4517	0,9928	11,4356
10	0,0597	0,0081	0,1879	0,1282	0,4255	10,8641	0,4490	0,9919	11,3570
11	0,0626	0,0089	0,1974	0,1348	0,4218	10,7710	0,4464	0,9911	11,2821
12	0,0654	0,0097	0,2065	0,1411	0,4182	10,6823	0,4439	0,9903	11,2105

1. Varianta

efekt	četnost	pravděpodobnost
-2260	108	10,8%
-471	400	40,0%
1318	150	15,0%
3108	130	13,0%
4897	79	7,9%
6686	57	5,7%
8475	35	3,5%
10265	25	2,5%
12054	9	0,9%
13843	4	0,4%
15632	3	0,3%

2. Varianta

efekt	četnost	pravděpodobnost
-2260	116	11,6%
-1191	377	37,7%
-121	144	14,4%
948	128	12,8%
2018	93	9,3%
3088	59	5,9%
4157	37	3,7%
5227	26	2,6%
6296	11	1,1%
7366	6	0,6%
8435	3	0,3%

3. Varianta

efekt	četnost	pravděpodobnost
-2261	75	7,5%
-1115	328	32,8%
31	150	15,0%
1178	154	15,4%
2324	104	10,4%
3470	88	8,8%
4617	42	4,2%
5763	34	3,4%
6910	16	1,6%
8056	6	0,6%
9202	3	0,3%